

اسنعد للبالورفا بنفوق

أحمد أمين خليفة

# علوم الطبيعة والحياة

(تمارين محلولة)

وفق البرنامج الوزاري الجديد

علوم تجريبية

[tajribaty.com](http://tajribaty.com)

الجزء  
2



مكتبات  
تجربتي  
بواسطة  
حواد

منشورات المداد

[tajribaty.com](http://tajribaty.com) تجربتي



أحمد أمين خليفة

# علوم الطبيعة والحياة

## (تمارين محلولة)

السنة الثالثة من التعليم الثانوي  
علوم تجريبية

الجزء الثاني

منشورات الممداد - باتنة

تجربتي

بواسطة: جواد

tajribaty.com تجربتي



# ةليمعاع ءمعيبلما اءملاء (ءاملاءء زبلاءمء)

ءقوق الطبع مءفوظة لأءمء أمين

أنءز طبعه وءصففه على مطابع ش.ذ.م.م  
عمار ءرفي وشرءائه - باءنة هاءف : 033 92 13 25

ءمءباءء  
**ءمءرباءء**  
بواسطة: ءواء

ءمءرباءء tajribaty.com



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه ومن اتبع هداه.  
بعد هيكلة التعليم الثانوي وإصلاح المنظومة التربوية بإدراج الطريقة الحديثة في التدريس المتمثلة في المقاربة بالكفاءات.

— ارتأيت أن أقدم هذا العمل المتواضع المتمثل في مجموعة من التمارين بشكله الجديد المتمثل بالحجم الكبير للكتاب والوثائق الملونة لمساعدة التلاميذ على فهم التمرين والتي اعتبرها سندا لأبنائنا التلاميذ وحتى زملائنا الأساتذة لتسهيل عملية البحث واعداد الفروض والامتحانات.

— هذا العمل يعتبر مكملا لمضمون الكتاب المدرسي الذي اعتبره مرجعا مثاليا ملما بكل جوانب البرنامج وبالمناسبة نتقدم بشكرنا الجزيل للفريق الذي قام بإنجازه على هذه الصورة الرائعة.

— أشكر كل من ساعدني من قريب أو بعيد على انجاز هذا العمل المتواضع وخاصة الأخ الأستاذ بوزيد فاتح، وأخيرا أرجو أن أكون شاركت ولو بجزء ضئيل جدا في خدمة التلميذ وما فيه خير العباد والبلاد والله ولي التوفيق.

أحمد أمين خليفة

باتنة في 2013/01/15

4 شارع سيدي حني

حي الأمير عبد القادر - سطا - باتنة

تجربتي

بواسطة: جواد

tajribaty.com تجربتي



## الإهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى روح والدي الكريمين رحمهما الله  
وإلى عائلتي الصغيرة المتمثلة في زوجتي وأبنائي الأعزاء  
وخاصة ابنتي الوحيدة خديجة  
وحفيدي يعقوب ودارين (نسرين)  
وإلى كل زملائي الأساتذة وأبنائي التلاميذ



## البرنامج

### 1- التخصص الوظيفي للبروتينات

أ - تركيب البروتين

ب - العلاقة بين بنية البروتين ووظيفته

ج - النشاط الأنزيمي للبروتينات

د - دور البروتينات في الدفاع عن الذات

و - دور البروتينات في الاتصال العصبي

### 2- تحويل الطاقة

أ - آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية آمنة

ب - آليات تحويل الطاقة الكيميائية في الجزيئات العضوية إلى ATP

ج - حوصلة التحولات الطاقوية على المستوى الخلوي

### 3- التكتونية العامة

النشاط التكتوني للصفائح



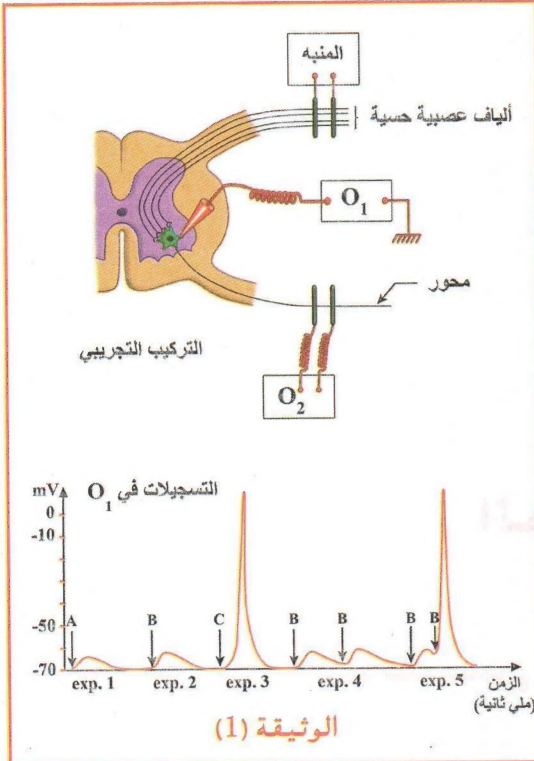
## المجال الأول

### التخصص الوظيفي للبروتينات

#### ٧ - دور البروتينات في الإتصال العصبي



1 تمرين



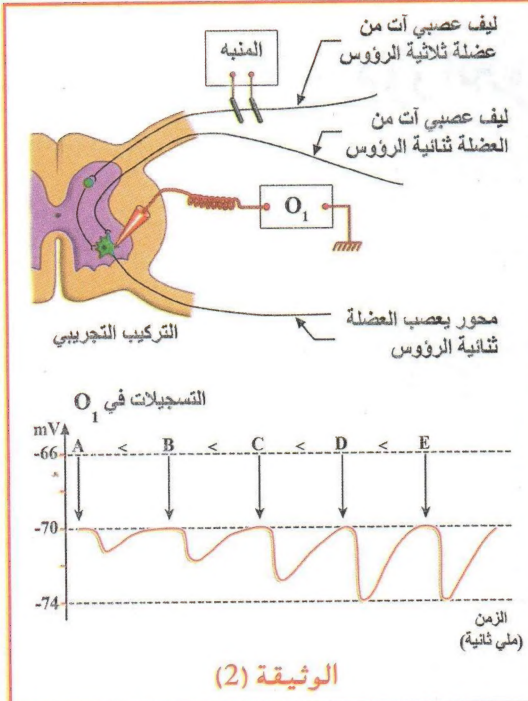
في المنعكس العضلي يتدخل عصبون حركي واحد، هذا العصبون الحركي يتلقى عن طريق عدة ألياف عصبية جابذة (ألياف من النمط 1) معلومات آتية من العضلة التي يعصبها، فهو يتلقى أيضا ألياف عصبية آتية من عضلات متضادة (متعاكسة) عن طريق ألياف عصبية جابذة أخرى (ألياف من النمط 2). يدخل إلكتروتود مجهري في الجسم الخلوي لهذا العصبون الحركي وهذا الإلكتروتود متصل بجهاز يسمح بتتبع مستمر للحالة الكهربائية للسيتوبلازم.

السلسلة الأولى من التجارب: تنبيه ألياف من النمط 1.

سجلنا إستجابات العصبون الحركي لتنبيهات الألياف من النمط 1 بشدات متزايدة  $C > B > A$  (التجارب 1، 2، 3 من الوثيقة 1)، في حين التجارب 4 و 5 من نفس الوثيقة تتمثل في تنبيه الألياف بتنبيهين متقاربين بشدة B بزمان متباعد، التسجيلات المحصل عليها هي إستجابات لنفس العصبون الحركي.

1 — فسر هذه التسجيلات الكهربائية؟

2 — حدد آلية عمل هذا المشبك؟



السلسلة الثانية من التجارب: تنبيه الألياف من النمط 2.

تنبيه الألياف من النمط 2 بشدات متزايدة، إن إستجابات العصبون الحركي ممثلة في الوثيقة 2.

3 — ماذا تبين التسجيلات المحصل عليها؟

— حدد نوع المشابك المعنية.

4 — قدر الزمن الضائع الملاحظ في كل سلسلة من التجارب.

— قارن بينهما واقترح تفسيراً للإختلاف الملاحظ.

5 — أنجز رسماً تخطيطياً للشبكة العصبونية المتدخلة في

المنعكس الناتج عن التمدد المفاجئ لعضلة الساق ونتيجة

تنبيه الوتر العضلي.

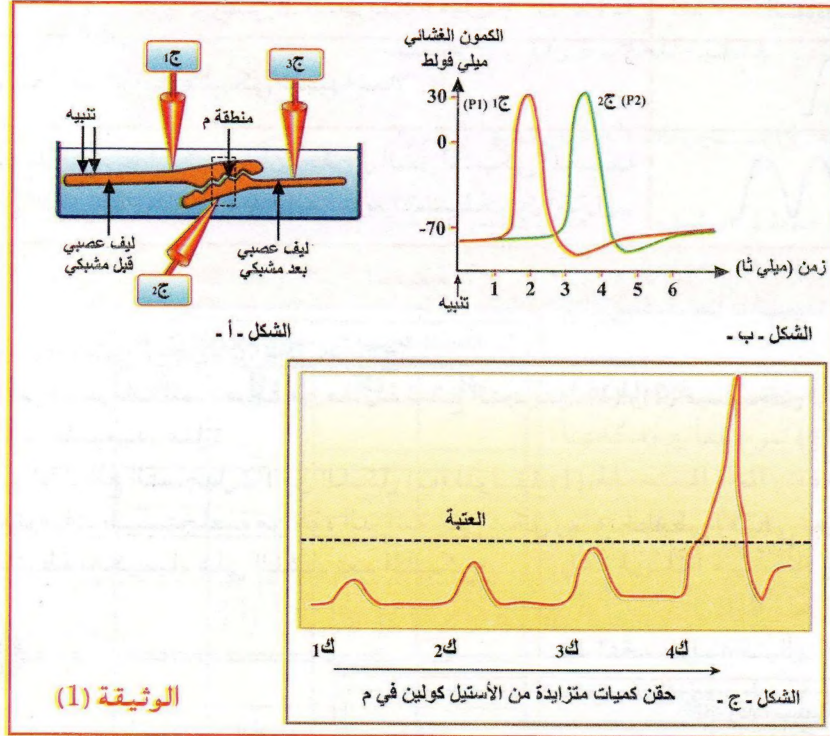
2 تمرين

إن التنبيه الفعال للليف العصبي القبل مشبكي يولد كمون عمل ينتشر حيث تلعب القنوات الفولطية دوراً أساسياً في ذلك.

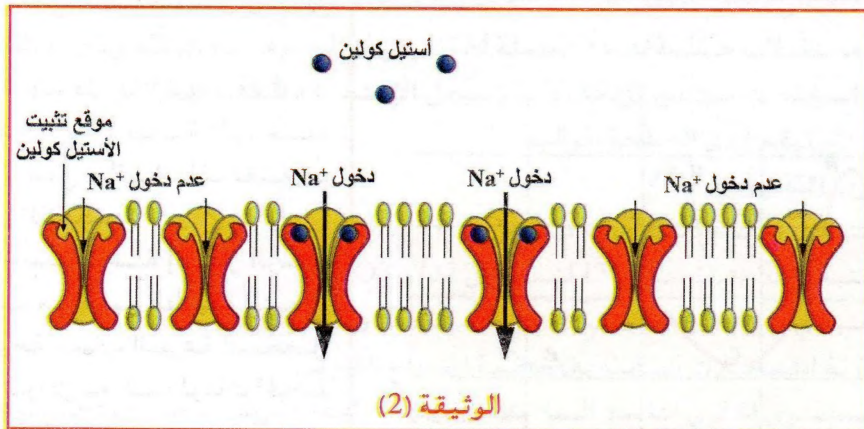


تريد معرفة عمل القنوات الميوية كيميائياً (المرتبطة بالكيمياء) في مستوى المشابك، من أجل ذلك نقوم بما يلي:

**I - المرحلة الأولى:** يبين الشكل (أ) التركيب الذي مكننا من الحصول على نتائج ممثلة في منحنيات الشكلين (ب، ج) من الوثيقة (1) حيث: الشكل (ب) يمثل التسجيلات الكهربائية المسجلة في الجهازين ج1، ج2. بينما يمثل الشكل (ج) تسجيلات كهربائية على مستوى الجهاز ج3 إثر حقن كميات متزايدة من الأسيتيل كولين في المنطقة (م).



- 1 - ماهي المعلومة المستخرجة من نتائج تسجيلات الشكل (ب) من الوثيقة (1)؟
  - 2 - حلل نتائج تسجيلات الشكل (ج)، ماذا تستنتج؟
  - 3 - تؤدي تنبيهات متزايدة الشدة في مستوى الليف قبل المشبكي من الشكل (أ) إلى الحصول على نفس تسجيلات الشكل (ج) من الوثيقة (1)، ماهي المعلومة المستخلصة من ذلك.
- II - أ -** لتفسير نتائج تسجيلات الشكل (ب) من الوثيقة (1) نقدم الوثيقة (2) التي تمثل توزيع القنوات المرتبطة بالكيمياء على مستوى الغشاء بعد المشبكي من المنطقة (م).


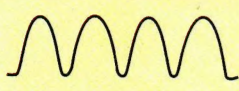


- 1 - بالإعتماد على معطيات الوثيقة (2)، فسر إختلاف سعة التسجيلات الملاحظة في الشكل (ج) من الوثيقة (1)؟



2 - أدى حقن 4 من الأسيتيل كولين في المنطقة (م) إلى ظهور كمون عمل في ج2 وج3، هل يؤدي حقن الكمية ل3 إلى نفس النتائج؟ علل إجابتك.

ب - وكمحلة ثانية نقدم النتائج التجريبية التالية : في تركيب تجريبي مماثل للشكل (أ) من الوثيقة (1) حققت تجارب شروطها ونتائجها مثلة في جدول الوثيقة (3).

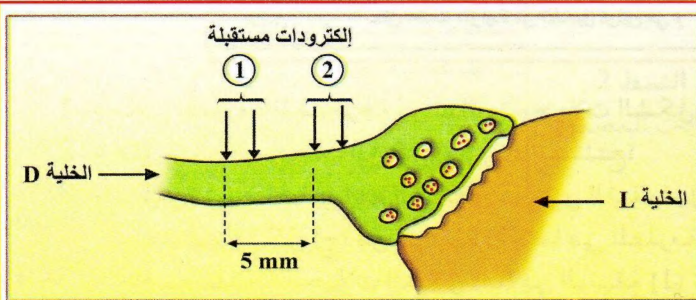
التجربة	الشروط التجريبية	النتائج في ج2
1	ننبه الغشاء قبل مشبكي تنبيهها فعالا	
2	نعيد التجربة 1 لكن بعد أن نحقن في الشق المشبكي للمنطقة "م" مادة Pilocarpine المثبطة لإنزيم الأسيتيل كولين إستراز	

الوثيقة (3)

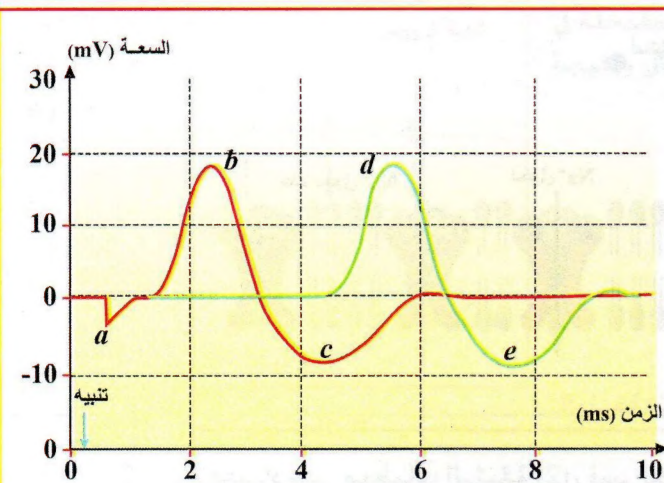
1 - قارن بين نتائج التجريبتين، ماذا تستنتج؟  
2 - ماهي المعلومات المستخرجة من مقارنة نتائج التجريبتين (1) و(2) فيما يخص تأثير الأسيتيل كولين في الحالة الطبيعية، علل؟

3 - فسر إذا نتائج التسجيل P2 من الشكل (ب) للوثيقة (1).  
— ترجم المعلومات المستخلصة من هذه الدراسة على شكل رسم تخطيطي وظيفي تبرز فيه عمل القنوات النوعية المرتبطة بالكيمياء على الغشاء بعد المشبكي؟

### تمرين 3



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

— بتنبيه فعال ننبه مجموعة من الألياف العصبية D المسؤولة عن الانتقال البطيء لألم طويل الأمد : نسجل إستجابتها بواسطة زوجين من الإلكتروودات المستقبلية بينهما مسافة (5 ملم) (الوثيقة 1).  
توضع هذه الإلكتروودات المستقبلية على سطح الألياف وهي متصلة بجهاز راسم الإهتزاز المهبطي، (الوثيقة 2) تبين تطابق التسجيلات المحصل عليها.  
1 - أ - بواسطة حروف a, b, c, d, e المبينة على الوثيقة (2)، حدد الظواهر التي توافق مختلف تغيرات الكمون الملاحظة.  
ب - أحسب سرعة إنتشار الرسالة العصبية مع تعليل الطريقة المتبعة.  
هل نتيجة حساب السرعة المحصل عليها تتوافق مع المعلومات الخاصة بالألياف؟ ضع فرضية فيما يخص طريقة (نوعية) نقلها للرسالة العصبية والتي لها علاقة ببنيتها.





2 - بين ما هي خواص الألياف العصبية التي تم إظهارها بهذه التجربة؟ علل.

II - في القرون الخلفية للنخاع الشوكي يمكن ملاحظة نهايات الألياف للخلايا (D) والخلايا (S) والأجسام الخلوية للعصبونات (L) إضافة إلى الخلايا I (الوثيقة 3) بواسطة إلكترودات مجهرية R1 ، R2 ، R3 ، R4 (الوثيقة 3) نسجل الكمونات الغشائية للخلايا I ، D و L بالنسبة لكمون مرجعي.

تبيين الوثيقة (4) التسجيلات المحصل عليها في ظروف تجريبية مختلفة :

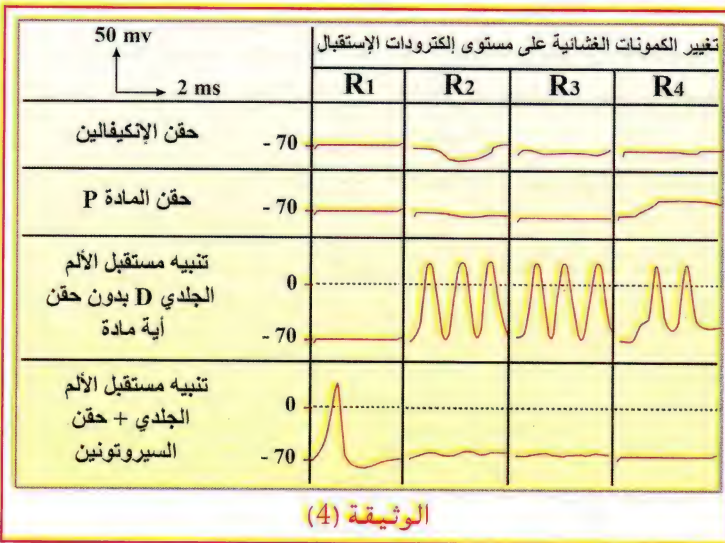
• في المنطقة المحددة في الوثيقة (3) نحقن بنفس التركيز المولي عدة مبلغات عصبية.

• ننبه عدة تنبيهات لمستقبل الألم الجلدي D.

1 - استنتج من تسجيلات الجدول (الوثيقة 4) نوع التأثير ومكانها لكل مادة من المواد المستعملة.

2 - إقترح تفسيراً لآلية عمل على مستوى الأغشية الخلوية لكل مادة من هذه المواد.

3 - حدد دور وآلية عمل لمختلف الخلايا D ، I و L في الظروف الحيوية من العمل.



## 4 تمرين

(يمكن أن تكون وضعية إدماجية)

### الخصائص الإدماجية لمركز عصبي

1 - نقوم بدراسة بعض مظاهر انتقال الرسالة العصبية أثناء المنعكس العضلي، نعزل مجموعتين من الألياف G1 و G2 آتية من مستقبلات حساسة لتمدد العضلة M (نفرض أن المجموعتين من الألياف لهما نفس قابلية التنبيه) ننبه الألياف السابقة بزوجين من الإلكترودات ونسجل الإستجابات الكهربائية الإجمالية لـ G1 و G2 ولألياف الجذر الأمامي (الوثيقة 1) في الصفحة الموالية.

فنجز التجارب التالية :

التجربة 1 : ننبه في S1 بشدة تساوي I1 فنسجل في O1 و O3.

التجربة 2 : ننبه في S2 بشدة تساوي I2 فنسجل في O2 و O3.

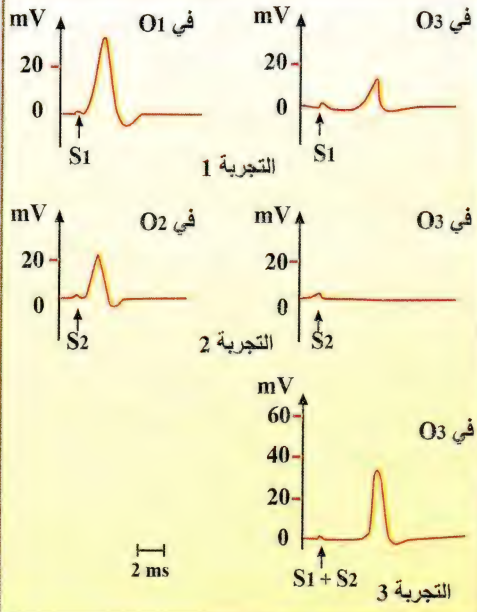
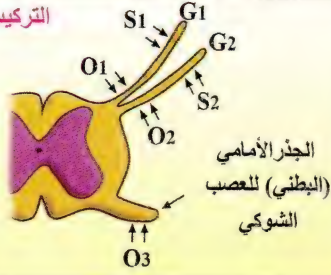
التجربة 3 : ننبه في آن واحد في S1 بشدة I1 وفي S2 بشدة I2 ونسجل في O3.

السؤال: بمقارنة التسجيلات السابقة بين خاصية للنخاع الشوكي.

2 - نبحث على المستوى الخلوي لتفسير الملاحظات السابقة، لهذا الغرض نسجل إستجابات عصبون حركي M من النخاع الشوكي متصل بثلاثة ألياف عصبية F1 ، F2 و F3 آتية من المستقبلات الحساسة لتمدد العضلة M، بواسطة التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة (2) ننجز التجارب التالية :



### التركيب التجريبي



الوثيقة (1)

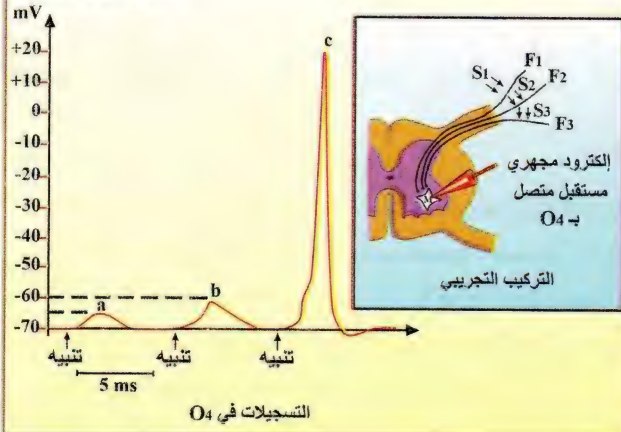
التجربة 4 : نبيه F1 أو F2 أو F3 كل بمفرده بشدة كافية للحصول على كمون عمل في مستوى تلك الألياف، مهما كان الليف المنبه فنحصل في O4 على الإستجابة a (الوثيقة 2).

التجربة 5 : نبيه في آن واحد F1 و F2 بنفس الشدة السابقة، نحصل في O4 على الإستجابة b (الوثيقة 2).

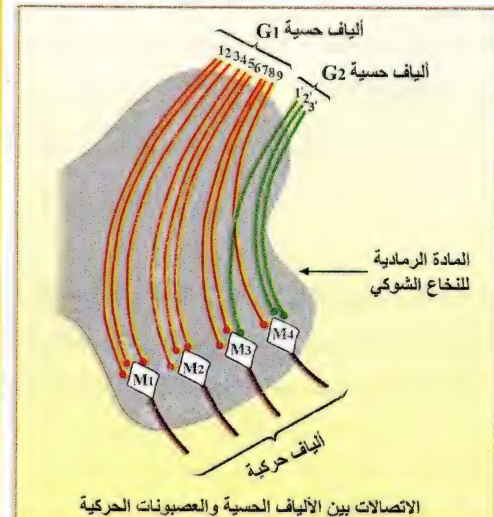
التجربة 6 : نبيه في آن واحد F1 و F2 و F3 بنفس الشدة السابقة، نحصل في O4 على الإستجابة c (الوثيقة 2).  
السؤال: باستعمال معلوماتك حول عمل المشابك، فسر النتائج المحصل عليها في O4 أثناء التجارب الثلاث السابقة.

3 — نقتح استعمال هذه النتائج لتفسير التسجيلات المحصل عليها أثناء التجارب الثلاثة السابقة. نفرض للتبسيط أن الألياف الحسية لـ G1 و G2 هي متصلة فقط بأربعة عصبونات حركية الموضح في (الوثيقة 3).  
السؤال: اعتماداً على هذا النموذج المبسط للاتصالات العصبية (الوثيقة 3).  
إقتح تفسيراً للنتائج المحصل عليها في التجارب الثلاثة الأولى (1، 2، 3) مبيناً ما هي الألياف الحسية والعصبونات الحركية التي يمكنها أن تتدخل في كل تجربة.

### التسجيلات في O4



الوثيقة (2)

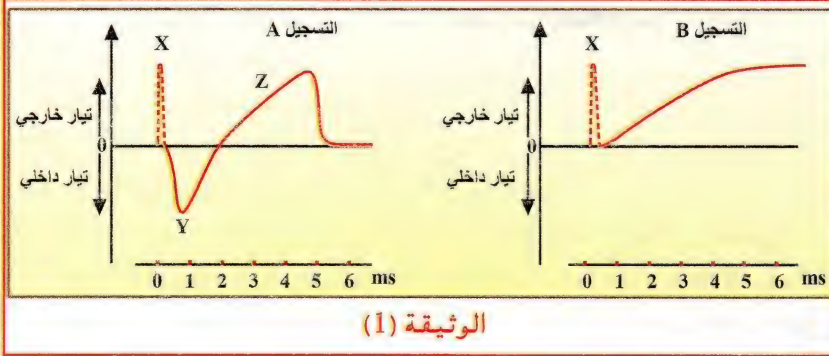


الوثيقة (3)

## تمرين 5

إن بعض الدراسات المتعلقة بالآليات الشاردية لنقل الرسالة العصبية في الألياف العصبية سمحت بإظهار وجود مواد كيميائية قادرة على تثبيط نوعي لقنوات  $Na^+$  وأخرى لقنوات  $K^+$ . إن تقنيات دقيقة في الفيزيولوجيا الكهربائية تسمح من جهة أخرى بتسجيل التيارات الكهربائية الداخلة والخارجة من وإلى الليف أي التيارات المرتبطة بحركة





الشوارد أثناء كمون العمل (لاحظ الوثيقة (1) المجاورة).

1 - أرسم منحني التغيرات الكهربائية المخترقة للغشاء الذي نتحصل عليه أثناء كمون عمل عادي وحدد نوع الشحنة على جانبي الليف في مختلف مستوياته.

2 - تبين الوثيقة أن التيارات

المحصل عليها في ليف عصبي عملاق للكالمار في شروط تجريبية عادية (التسجيل A). بغض النظر عن التيار (X) الناتج عن التقنية المستعملة، ما هي العلاقات التي يمكن إيجادها بين العناصر الثلاثة:

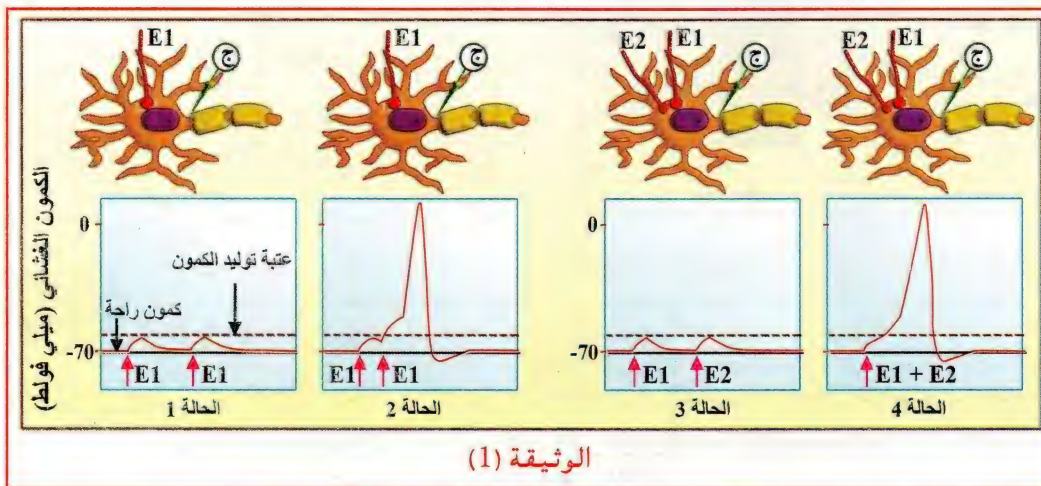
- تغيرات الاستقطاب الكهربائي للغشاء أثناء كمون عمل عادي.
- الحركات الشاردية الموافقة المعروفة.
- التيارات Y و Z المحصل عليها في الوثيقة.

3 - نقوم بنفس القياسات على نفس المحور الأسطواني بعد معالجته بمادة كيميائية قادرة على تثبيط نوع من القنوات الشاردية، فنحصل على النتائج الممثلة في التسجيل B. أ - قارن هذا التسجيل مع تلك المحصل عليها في الشروط العادية. ب - ما هو تأثير المادة المستعملة؟

## تمرين 6

لدراسة آلية إدماج العصبون المحرك لمختلف الكمونات الواردة إليه نقدم الدراسة التالية:

أ - تمثل الوثيقة (1) تسجيلات أنجزت على الخلية بعد مشبكية إثر تنبيهين متتاليين: الحالتان (1، 2): ناتجتين عن تنبيهين متتاليين لعصبون قبل مشبكي واحد بمنبه E1. الحالتان (3، 4): ناتجتين عن تنبيهين لعصبونين قبل مشبكيين بـ (E1 و E2).



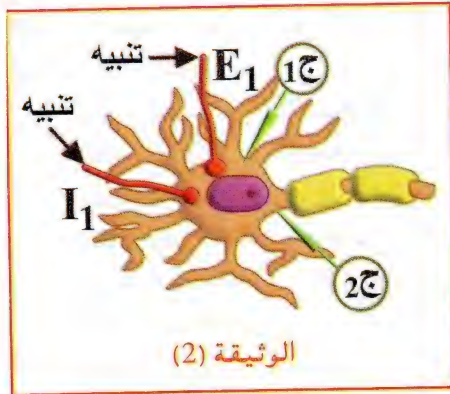
1 - قارن بين النتائج المحصل عليها في الحالات التالية:

- الحالة 1 مع الحالة 2، والحالة 3 مع الحالة 4.

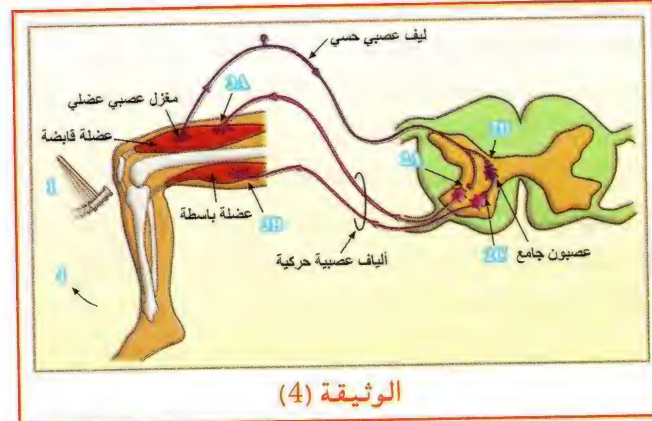
2 - كيف تفسر التسجيلات الناتجة عن تنبيهين في الحالتين 2 و 4؟

ب - تمثل الوثيقة (2) خلية بعد مشبكية متصلة بنوعين من المشابك بينما الوثيقة (3) تمثل التسجيلات المسجلة في ج1 وج2 (الوثيقة 3).

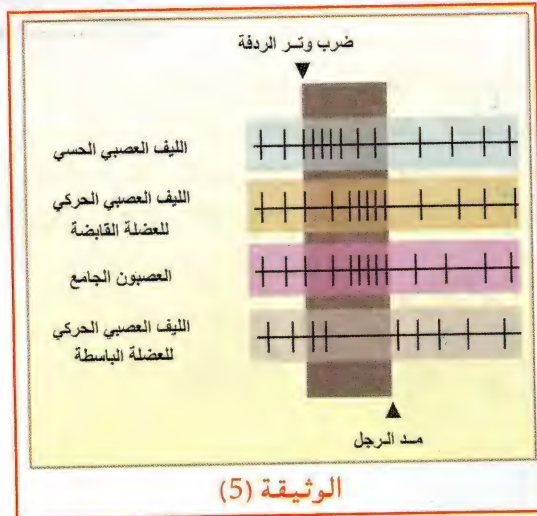




الوثيقة (2)



الوثيقة (4)



الوثيقة (5)

1 - حدد المشبك التنبيهي و المشبك التثبيطي إنطلاقاً من تسجيلات الوثيقة (3)، علل.

2 - قارن بين التسجيلين ب1 و ج1.

3 - فسر إذا إختلف النتائج في ب2 و ج2.

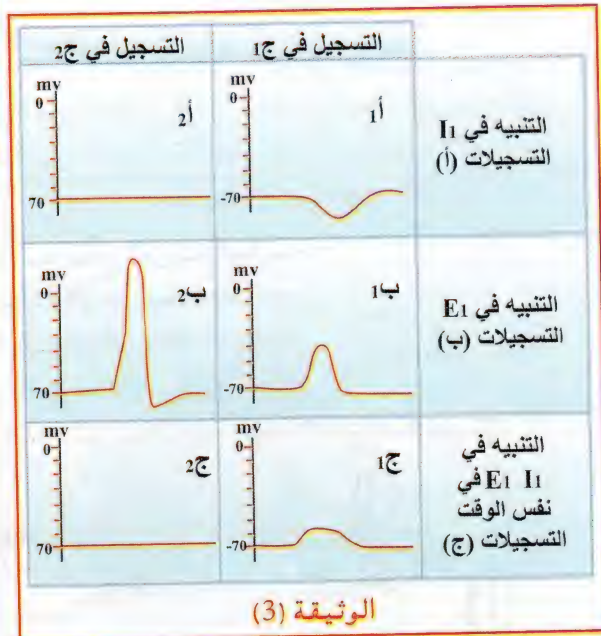
4 - حدد شروط تسجيل المنحنى ب2 في ج2 ، علل.

ج- تمثل الوثيقة (4) مسار السيالة العصبية أثناء منعكس عضلي بينما الوثيقة (5) تمثل التسجيلات الكهربائية أثناء هذا المسار حيث كل خط عمودي يمثل كمون عمل.

1 - تتبع مسار السيالة العصبية من لحظة تنبيه في 1 إلى المرحلة 4.

2 - حدد نوع المشابك 2A ، 2B ، 2C ، 3A و 3B.

3 - بالاعتماد على ما سبق والمعلومات التي تقدمها لك الوثيقتين : أنجز رسماً تخطيطياً لآلية النقل العصبي على مستوى المشبك ودور البروتينات في ذلك.



الوثيقة (3)

## تمرين 7

(يمكن استخدام هذا التمرين كوضعية)

يعاني احد اصدقائك من مشكل القلق، فقدم له الطبيب المعالج دواء الفاليوم مما جعل صديقك يخاف من تأثير هذا الدواء، بالاستعانة بالوثائق التالية ومعارفك:

الوثيقة (1) : نقدم لحيوان البيكروتوكسين (مادة تثبط عمل الـ GABA في الجهاز العصبي المركزي) فنسجل أن حيوانات التجربة تبدو عليها أعراض القلق.

الوثيقة (2) : ننجز التركيب التجريبي التالي المجاور :



تجربتي

بواسطة: جواد

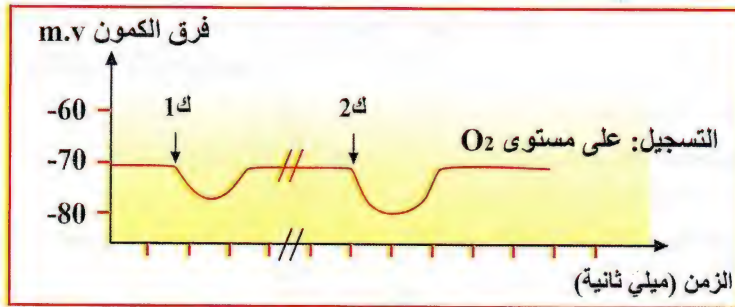
tajribaty.com



تنبيه العصبون (1) في (ن) ونسجل النشاط الكهربائي على المستوى ( $O_1$ ) و( $O_2$ ) النتائج المحصل عليها ممثلة بالمنحنيات التالية :



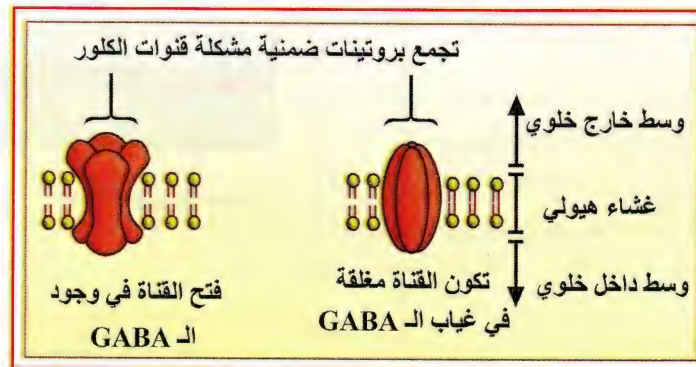
في غياب أي تنبيه نحقن في المنطقة (م) جرعتين (ك1 و ك2) من جزيئات الـ GABA حيث  $K_2 < K_1$ ، النشاط المسجل في ( $O_2$ ) ممثل بمنحنى الوثيقة التالية:



الوثيقة (3): ترتفع النفاذية الغشائية لشوارد الكلور على مستوى عصبون حساس للـ GABA (مثل العصبون المحرك) في وجود الـ GABA في الوسط الخارجي، يلخص الجدول التالي التراكيز الشاردية داخل وخارج العصبون وفي غياب أي تنبيه.

التركيز الشاردي (مول / ل)	الوسط الخارجي	الوسط الداخلي
$Na^+$	440	49
$K^+$	22	410
$Cl^-$	560	40

الوثيقة (4): يلخص الرسم التخطيطي التالي البنى التي توجد على مستوى غشاء عصبون حساس للـ GABA.





الوثيقة (5): تبين أن الفاليوم يؤثر على نفس البنية الغشائية التي يؤثر عليها الـ GABA. تؤخذ عينات من خلايا النخاع الشوكي لأجنة فئران و تزرع في وسط مناسب لمدة شهر، يضاف بعد ذلك لهذه الخلايا تارة الـ GABA بمفرده و تارة أخرى الـ GABA + الفاليوم، تسجيل النشاط الكهربائي لهذه الخلايا وتقدير خصائص قنوات شوارد الكلور الموجودة على سطح هذه الخلايا ملخص في الجدول الموالي:



النتائج المحصل عليها ممثلة بالجدول الموالي ولا يمكن الحصول عليها إلا في وجود كمية معتبرة من شوارد الكلور في الوسط الخارج خلوي.

1 - حلل هذه الوثائق.

2 - كيف يستطيع الطبيب إقناع المريض بأهمية العلاج بالفاليوم؟

خصائص قنوات شوارد الكلور		تسجيل نشاط الخلايا العصبية	
عدد القنوات المفتوحة في الثانية	مدة فتح القناة (ميلي ثانية)		
48	23		إضافة GABA
92	29		إضافة GABA + الفاليوم

3 - هل توافق على مواصلة المريض لإستعماله للفاليوم؟ علل إجابتك؟

4 - من كل ما سبق بين كيفية تأثير الفاليوم؟

## تمرين 8

I - يستعمل جهاز راسم الإهتزاز المهبطي (O.S) لدراسة الظواهر الكهربائية للليف العصبي على مستوى مشبك عملاق.

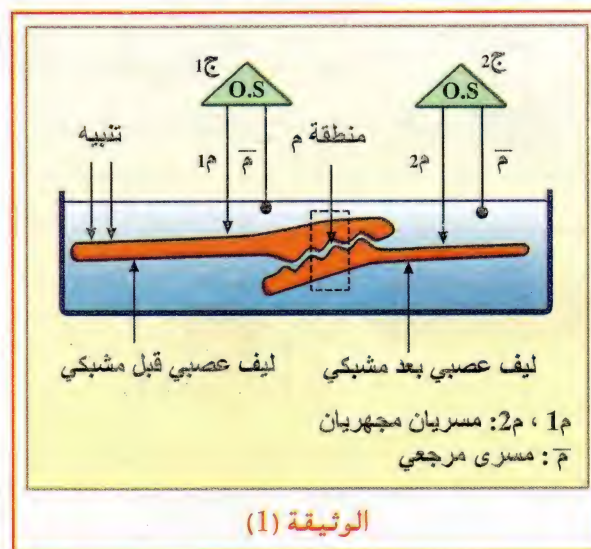
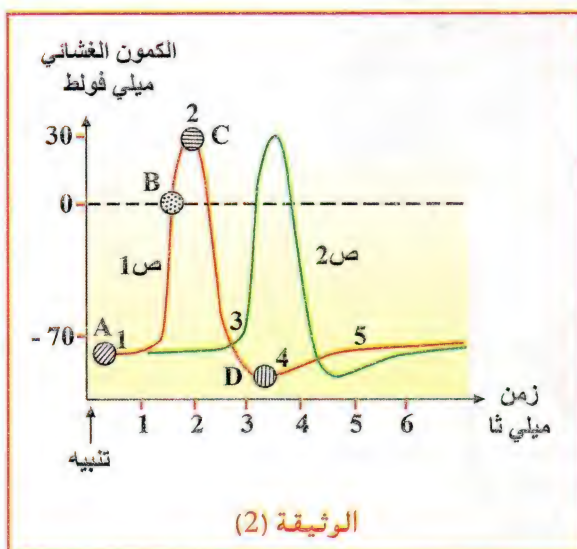
- التركيب التجريبي تظهره الوثيقة (1).

1 - بين وضعية المسريين (1م، 1م-) للجهاز (ج1) والمسريين (2م، 2م-) للجهاز (ج2) التي سمحت بإعطاء تسجيلات الوثيقة (2).

2 - قدم تحليلاً للمنحنى (ص1) المسجل في الليف قبل مشبكي.

3 - علل عدم التطابق الزمني بين المنحنيين ص1، ص2 للوثيقة (2).

4 - بين برسم تخطيطي ليف عصبي تظهر عليه توزع الشحنات الكهربائية في المناطق الموافقة للدوائر المبينة في المنحنى (ص1) والتي تمثل المناطق A ، B ، C ، D.



II - نقوم بدراسة تأثير المبلغ الكيميائي العصبي (الأستيل كولين) على مستوى عضلة هيكلية، والعوامل المؤدية إلى إفرازه.

- تمثل الوثيقة (3) شروط ونتائج تجريبية.



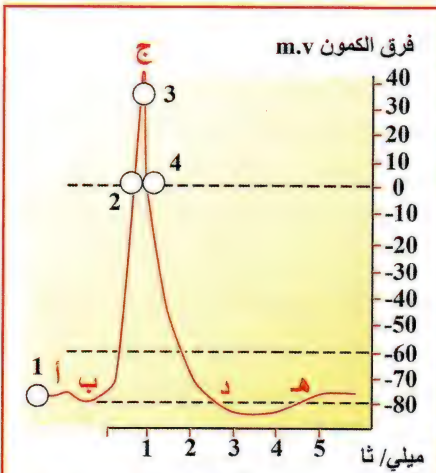




1 — سمحت لنا تقنيات دقيقة بمقارنة تركيب الوسط الداخلي للليف عصبي عملاق (هيولي الليف العصبي) والوسط الخارجي (وسط فيزيولوجي حيوي مثل ماء البحر) بالنسبة لمكونين هما  $K^+$  و  $Na^+$  وذلك في شروط تجريبية مختلفة من الحصول على النتائج المدونة في جدول الوثيقة (1).

مراحل التجربة		1		2		3		4	
الشروط التجريبية		ماء بحر عادي في درجة حرارة $37^\circ$ م		ماء بحر في درجة حرارة $37^\circ$ م وخال من شوارد $K^+$		ماء بحر عادي في $37^\circ$ م مع DNP (توقف تركيب الـ ATP)		ماء بحر عادي في $0^\circ$ م	
التركيز الشوارد ميلي مول/ل	وسط داخل خلوي	$K^+$	$Na^+$	$K^+$	$Na^+$	$K^+$	$Na^+$	$K^+$	$Na^+$
		400	50	225	218	224	220	223	219
		10	460	195	250	196	248	197	247

الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

أ — ماذا تستنتج من التحليل المقارن لنتائج المراحل التجريبية مع الحالة العادية (المرحلة 1).

ب — أنجز رسماً تخطيطياً للبنية الجزئية لغشاء الليف العصبي، تظهر فيه الآليات المتدخلة للحفاظ على ثبات التوزيع الشاردي.

2 — تمثل الوثيقة (2) التسجيل المحصل عليه على شاشة (O.S) إثر تنبيه فعال لليف العصبي العملاق.

أ — ضع عنواناً مناسباً لهذه الوثيقة، مع تسمية الأجزاء المختلفة.

ب — بين موضع مسربي الإستقبال على المحور العملاق.

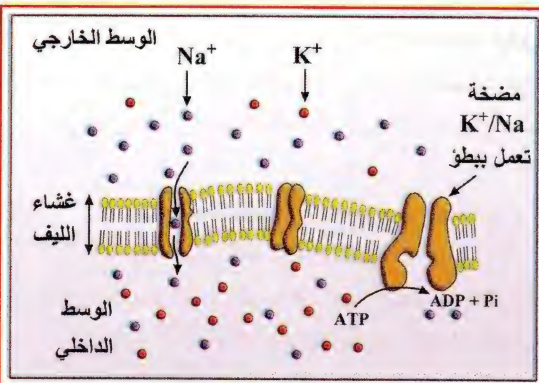
ج — يرافق إنتشار السيالة العصبية على طول المحور العملاق ظواهر كهربائية، حدد على مستوى الدوائر المشار إليها في تسجيل الوثيقة (2) توزيع الشحنات الكهربائية على جانبي غشاء المحور العملاق.

د — تمثل الوثيقة (3) بعض التغيرات التي تحدث على مستوى غشاء الليف أثناء تنبيهه.

— في أية مرحلة من الظاهرة المثلة في تسجيل الوثيقة (3) يمكن تحديد هذه التغيرات؟ علل إجابتك.

3 — تنتقل التنبيهات العصبية من الخلايا المنبهة إلى الخلايا المنفذة عبر مستوى المشبك، نحاول من خلال الدراسة التالية التعرف على آلية إستجابة العصبونات المحركة لتنبيهات فعالة واردة إليها — شكل (1) من الوثيقة (4).

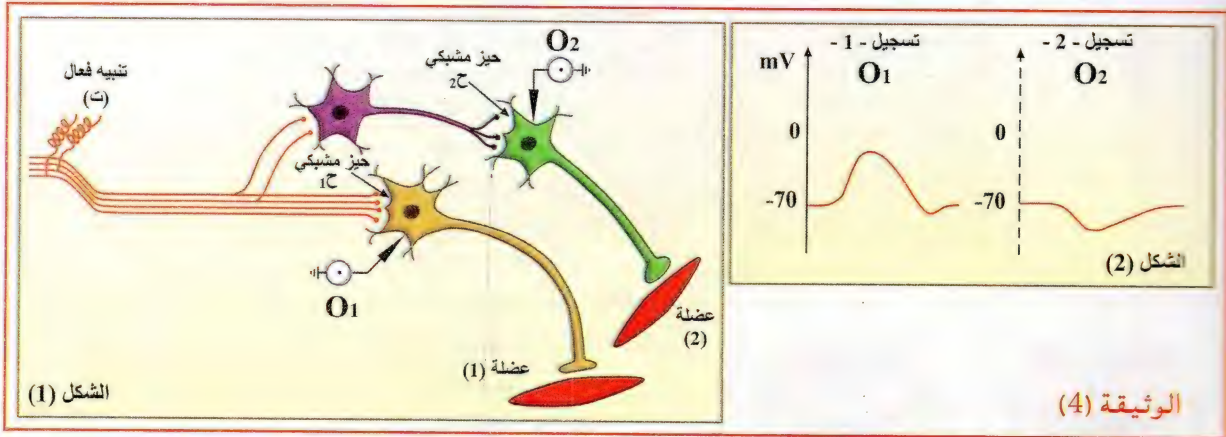
أ — يمثل الشكل (2) من الوثيقة (4) التسجيلات المحصل عليها في  $(O_1)$  و  $(O_2)$  بعد إحداث تنبيه فعال في النقطة (ت) على الترتيب.



الوثيقة (3)



– سم التسجيلين 1، 2 من الشكل (2).



ب – عن طريق سحاحة مجهرية، نضع في مستوى الحيز المشبكي (ح1 وح2) مواد مختلفة: الأسبارتات – حمض الغاما أمينوبيتيريك (GABA) – حمض الفالبرونيك وبيكروتوكسين (فقط الأسبارتات وحمض الغاما أمينوبيتيريك GABA يوجدان بشكل طبيعي في العضوية) ثم نقوم بتسجيل الاستجابات في كل مرة عن طريق (O1) و(O2)، النتائج مدونة في الجدول التالي :

المواد المحقونة موضع الحقن	الأسبارتات	GABA	حمض الفالبرونيك		بيكروتوكسين	
			دون تنبيه	مع تنبيه	دون تنبيه	مع تنبيه
1ح						
2ح						

α – حلل نتائج الجدول واستنتج دور كل مادة.

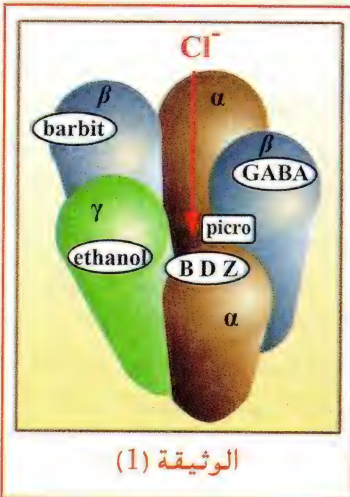
β – ما هي الفرضيات التي تقترحها لتفسير عمل كل من حمض الفالبرونيك وبيكروتوكسين.

γ – إعتامدا على دور كل مادة مستعملة في التركيب التجريبي، حدد أنماط المشابك.

δ – هل تستجيب العضلة ع1 وع2 عندما ننبه في النقطة (ت)؟ علل.

4 – إنطلاقا من المعلومات المسخلصة من التجربة و معارفك المكتسبة أنجز خلاصة علمية تبرز فيها دور البروتينات في آليات التعاون الخلوي لضمان التنسيق الوظيفي للعضوية.

## تقريين 10



تعتبر مادة GABA من أهم المبلغات الكيميائية على مستوى الجهاز العصبي للإنسان ويظهر تأثيرها على مستوى المشابك العصبية من خلال التثبيث على مستقبلات غشائية بالخلية بعد مشبكية (أنظر الوثيقة 1).

أ – ما نوع القناة التي تعمل عليها مادة GABA؟ علل إجابتك.

ب – إشرح من خلال الوثيقة 1 كيفية تأثير GABA على غشاء الخلية بعد المشبكية.

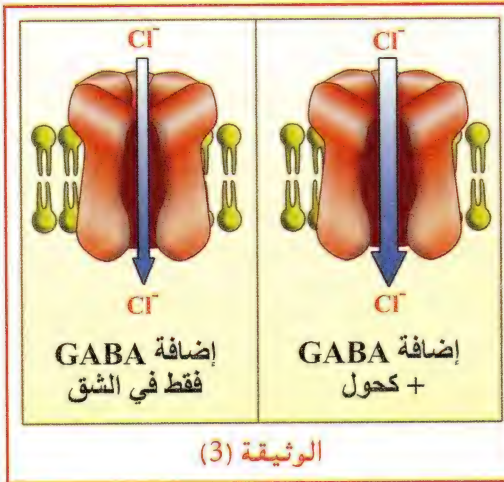
ج – نقوم بقياس تركيز الشوارد المختلفة على جانبي الغشاء الهوليول لخلية إنسان فنحصل على النتائج المبينة في جدول الوثيقة 2.

– ما هي الشوارد التي يتغير توزيعها في وجود GABA؟ كيف يكون هذا التغير؟

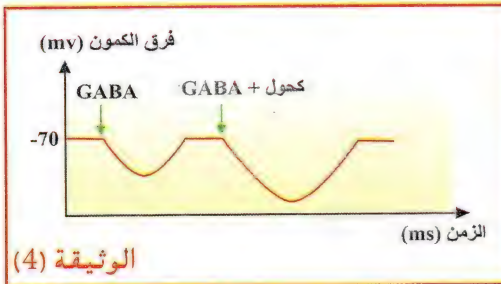


الشاردة	داخل الخلية	وسط خارجي (دم)	النفاذية
بوتاسيوم $K^+$	140	5	$7-10 \times 5$
صوديوم $Na^+$	15 - 5	145	$9-10 \times 5$
كلور $Cl^-$	4	110	$8-10 \times 1$

(2) الوثيقة



(3) الوثيقة



(4) الوثيقة

د - تتأثر نفاذية الشوارد السابقة بالمواد الكحولية مثل: Ethanol.

1 - بين كيف تسمح بنية المستقبل الممثل في الوثيقة 1 بتفسير قابلية تأثير الكحول على عمل هذه القناة.

2 - وضح تأثير الكحول على عمل GABA من خلال نتائج الوثيقة 3.

هـ - يؤدي تنبيه الخلية المفرزة للـ GABA إلى تسجيل منحني

فرط إستقطاب على مستوى الخلية المستقبلة للـ GABA.

1 - إستخلص طبيعة المشبك الذي تؤثر فيه مادة GABA.

2 - يظهر مفعول الكحولات (إذا أضيفت في منطقة الشق) على هذه التسجيلات من خلال نتائج الوثيقة 4.

- وضح كيف تسمح لك هذه النتائج بتأكيد معطيات

الوثيقة 3 (تأثير الكحول).

و - إستغل جميع معطيات التمرين من أجل قشيل رسم تخطيطي

وظيفي لعمل مشبك ذو GABA موضحا فيه تأثير المواد الكحولية.

## تمرين 11

1 - لدراسة المصدر الكهربائي لكموني الراحة والعمل، نقوم بتحليل واستغلال المعطيات التجريبية التالية:

- قام مجموعة من العلماء بتفريغ ليف عصبي عملاق من محتواه الهيولي وأبقى على الغشاء الهيولي في حالة

سليمة ثم نملاً المحور المفرغ بمحلول مدرّوس ذو

توتر متوازن غير به تركيز البوتاسيوم  $K^+$  من

0 - 500 ملي مول / ل مع بقاء تركيز  $K^+$  في الوسط

الخارجي طبيعياً ويساوي 20 ملي مول / ل ثم ندخل

في المحور إلكترود مجهري لقياس الكمون الغشائي

فنحصل على منحنى الوثيقة 1. إذا علمت أن تركيز

$K^+$  خارج المحور طبيعياً 400 ملي مول / ل.

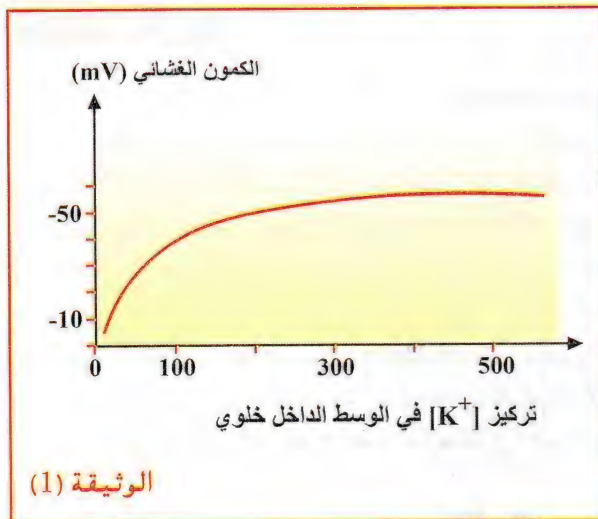
أ - حلل المنحنى.

ب - إستنتج منشأ كمون الراحة.

2 - نقوم بتسجيل حركة الشوارد عبر الغشاء الهيولي

أثناء التنبيه في شروط تجريبية مختلفة، يخضع فيها

الغشاء لفرض كمون من - 80 إلى 0 ميلي فولت .



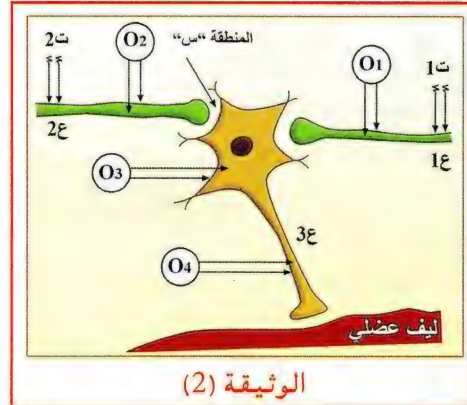
(1) الوثيقة



النتائج التجريبية	الشروط التجريبية
<p>زوال استقطاب مفروض</p> <p>تيار خارجي ↑</p> <p>تيار داخلي ↓</p> <p>1 بيكو أمبير = 1pA</p> <p>0</p> <p>-80mV</p> <p>1pA</p> <p>5ms</p>	<p>التجربة - A:</p> <p>يحتوي الوسط الخارجي على 10 ميلي مول من: Tétrathyl-ammonium (T.E.A)</p> <p>تجعل الغشاء غير نفوذ لأيونات <math>K^+</math></p>
<p>زوال استقطاب مفروض</p> <p>تيار خارجي ↑</p> <p>تيار داخلي ↓</p> <p>1 بيكو أمبير = 1pA</p> <p>0</p> <p>-80mV</p> <p>1pA</p> <p>5ms</p>	<p>التجربة - B:</p> <p>يحتوي الوسط الخارجي على 1 ميلي مول من: Tetrodotoxine (T.T.X)</p> <p>تجعل الغشاء غير نفوذ لأيونات <math>Na^+</math></p>
<p>زوال استقطاب مفروض</p> <p>تيار خارجي ↑</p> <p>تيار داخلي ↓</p> <p>1 بيكو أمبير = 1pA</p> <p>0</p> <p>-80mV</p> <p>1pA</p> <p>5ms</p>	<p>التجربة - C:</p> <p>الوسط الخارجي طبيعي:</p> <p>غير مبدل</p>

أ - حلل التسجيل في التجربة C. ماذا تستنتج من مقارنة كل من التسجيلين في التجريبتين A ، B بالتسجيل C؟  
 ب - هل هذه التسجيلات تفسر كمون العمل، بين ذلك؟

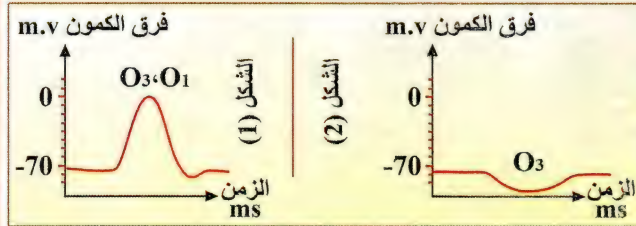
3 - نريد التعرف على آلية إنتقال السيالة العصبية في الجهاز العصبي المركزي لشخص والتعرف على كيفية تأثير مهدئ على فرد يعالج ضد القلق.



أ - لتوضيح آلية عمل GABA (حمض قاما أمينوبيوتريك) نحقن لبعض الحيوانات مادة PICROTOXINE مادة تثبط الدور الطبيعي لـ GABA في الجهاز العصبي المركزي فتظهر على الحيوانات أعراض القلق.

ب - حسب هذه الملاحظات ما هو التأثير الإجمالي لـ GABA على إنتقال السيالة العصبية أي على القلق؟  
 ب - تستقبل العصبونات المحركة عدد كبير من النهايات العصبية لعصبونات واصله كما هو مبين في الوثيقة (2).

ننبه العصبون 1ع تنبيهها فعالا بـ 2ع فنحصل على تسجيل



الوثيقة (3)

الشكل (1) من الوثيقة (3) في كل من  $O_1$  و  $O_3$  في حين عند تنبيه 2ع بـ 2ع فنحصل على تسجيل الشكل (2) من الوثيقة (3) في  $O_3$ .

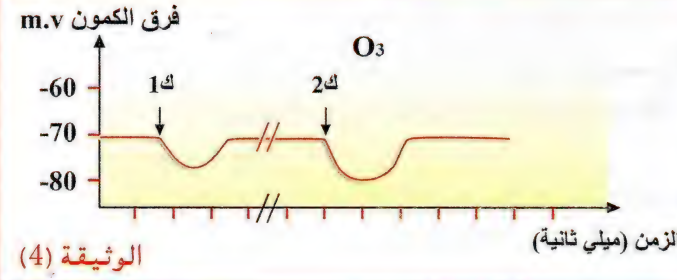
أ - سمي كل من الشكلين 1 و 2 من الوثيقة 3.  $\alpha$  - في غياب أي تنبيه نحقن المنطقة (س) بكميات "ك1" و "ك2" بحيث أن  $ك2 < ك1$  من الـ GABA فنحصل على التسجيلين

الممثلين في الوثيقة (4) على مستوى  $O_3$ .

$\beta_1$  - ماذا تستطيع أن تقول عن مادة الـ GABA؟

$\beta_2$  - ما هو دورها على الحالة الكهربائية للعصبون الحركي 3ع؟

$\gamma$  - ما هي التسجيلات المتحصل عليها في  $O_1$ ،  $O_2$ ،  $O_4$  عند تنبيه 1ع بـ 2ع تنبيهها فعالا؟



الوثيقة (4)

$\sigma$  - إستنتج دور الوسيطين المفرزين من طرف نهايتي العصبونين الواصلين 1ع و 2ع علما أن تسجيل الشكل 2 من الوثيقة (3) لا ينقل على إمتداد غشاء الليف العصبي؟



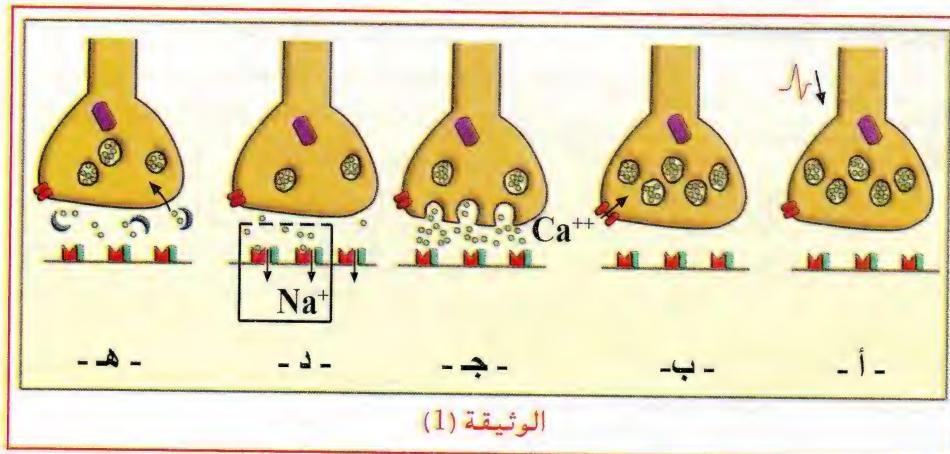
- لا تستجيب الليفة العضلية للتنبيهين 1 و 2 في آن واحد؟ علل إجابتك؟
- جـ — إن التأثير المهدئ للـ VALIUM على إنتقال السيالة العصبية في العصبون الحركي إتضح حاليا أنه يعمل على نفس البنيات الخاصة بـ GABA في مستوى المنطقة (س).
- قدم فريق من الباحثين النتائج التالية :
- VALIUM مقويا لعمل GABA ويساعد على التصدي للقلق في النوبات الصادرة.
- VALIUM يؤثر على إرتفاع نفاذية غشاء الخلايا العصبية للكلور  $Cl^-$ .
- والمقارنة بين VALIUM و GABA كما يلي :

النشاط الخاص بالخلايا العصبية	خصائص قناة الكلور $Cl^-$	
	عدد القنوات المفتوحة	مدة الإنفتاح (ميلي ثانية)
GABA وضع 70-	48	23
VALIUM + GABA وضع 70-	92	29

- حلل النتائج وهل قدمت تفسيراً للتسجيل (2) من الوثيقة (3)؟
- 4 — هناك نوعان من الإتصالات (المشابك) الموجودة بين العناصر العصبية في العضوية من حيث التبليغ ما هما؟ قارن بينهما.

## تمرين 12

- 1 — قمل الوثيقة (1) الموالية رسوما تخطيطية لمراحل آلية النقل المشبكي.



- أ — رتب أشكال الوثيقة حسب تسلسلها الزمني الطبيعي؟
- ب — أعد رسم الجزء المؤطر من الشكل (د) تبرز فيه عمل القنوات النوعية المرتبطة بالكيمياء بعد تثبيت المبلغ العصبي عليها.
- ج — علق باختصار على كل شكل من أشكال الوثيقة (1). وحدد نوع هذا المشبك مع التعليل.
- 2 — لإظهار دور بعض المواد الكيميائية (مبلغات عصبية، مواد مخدرة) على مستوى المشبك أجريت التجربة التالية على مستوى ثلاث مشابك عصبية - عصبية حيث يتم حقن المادة الكيميائية في الحيز المشبكي وتسجل الظواهر الكهربائية للغشاء بعد مشبكي بواسطة جهاز راسم الإهتزاز المهبطي، النتائج المحصل عليها مسجلة في جدول (الوثيقة 2).



المشبك	المادة المحقونة	طبيعتها	التسجيل الملاحظ
1	الأسيتيل كولين	مبلغ عصبي	70-
2	حمض غاماأبيوتيريك (GABA)	مبلغ عصبي	70-
3	الكورار ثم الأسيتيل كولين	مخدر + مبلغ عصبي	70-

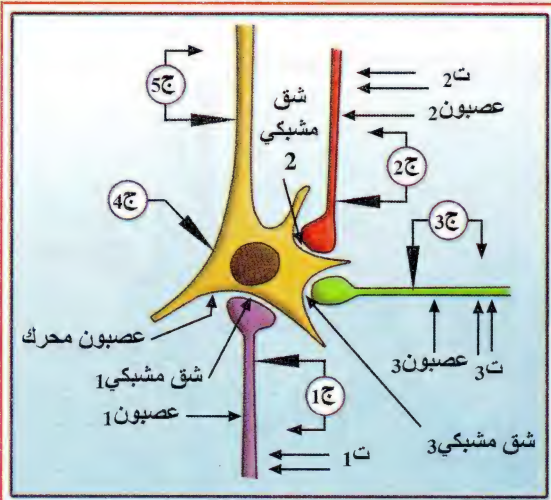
الوثيقة (2)

أ - قدم عنوانا مناسباً للتسجيلات المحصل عليها.

ب - فسر إختلاف النتائج المحصل عليها.

ج - دعم إجابتك برسم تخطيطي مبسط يظهر تأثير هذه المواد الكيميائية على مستوى المشبك.

## تمرين 13



الوثيقة (1)

نستعرض الدراسة التجريبية التالية لغرض فهم الآلية التي تنتقل بها الرسالة العصبية عبر الألياف والمشابك العصبية، لذلك نحدث تنبيهات فعالة على عصبون محرك تم الحصول عليه من النخاع الشوكي لأحد الثدييات، كما هو مبين في الوثيقة (1).

### I - 1 - أعطى التنبيه الفعال في:

ت1: التسجيلات المشار إليها في الأجهزة:

ج1، ج4، ج5 من الوثيقة (2).

ت2: التسجيلات المشار إليها في الأجهزة:

ج2، ج4، ج5 من الوثيقة (2).

ت3: التسجيلات المشار إليها في الأجهزة:

ج3، ج4، ج5 من الوثيقة (2).

- ما طبيعة المشبك في كل حالة من الحالات الثلاث؟

علل إجابتك.

### 2 - أعطى التنبيه الفعال في :

- ت1 و ت2: في آن واحد التسجيلات المشار إليها

في الجهازين: ج4، ج5.

- ت1 و ت2 و ت3: في آن واحد التسجيلات المشار

إليها في الجهازين: ج4، ج5.

- كيف تفسر التسجيلات المحصل عليها في كل

من الجهازين: ج4، ج5 في الحالتين؟

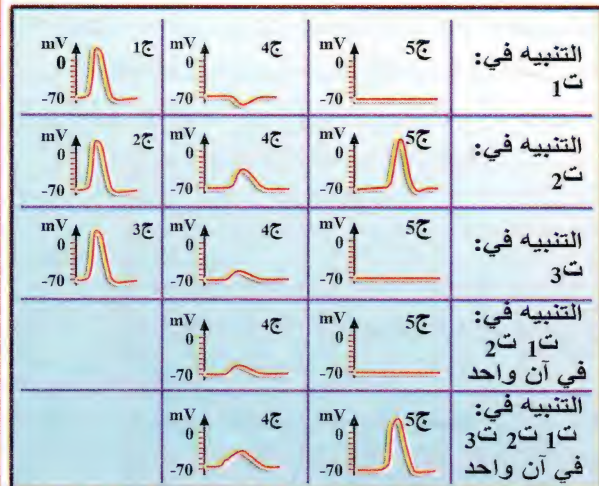
### II - 1 - وضع على المستوى الجزيئي آلية تأثير المبلغ

العصبي في حالة التنبيه في ت1 و في ت2، دعم

إجابتك برسم وظيفي توضع عليه البيانات.

2 - إستعانة بما سبق إشرح كيف يعمل العصبون

المحرك على إدماج الرسائل العصبية.

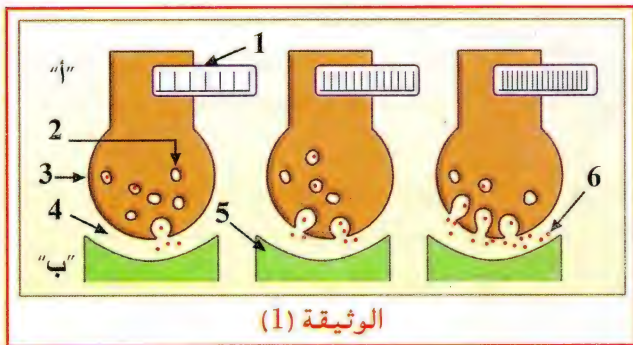


الوثيقة (2)

## تمرين 14

1 - الوثيقة (1) تبين رسوم تخطيطية لمظاهر منطقة التمثيل بين الخليتين "أ"، "ب" بعد تنبيه الخلية "أ" بتنبيهات متزايدة الشدة.





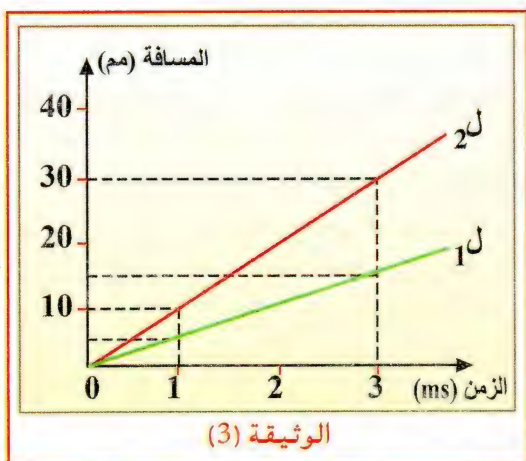
(1) الوثيقة

أ - تعرف على البيانات حسب الترقيم المرفق.  
ب - من تحليل الوثيقة (1) ما هي العلاقة التي يمكن إستخلاصها بين العنصرين 1 و 2؟  
ج - في منطقة التمثفصل يوجد تشفير كيميائي بين تشفيرين كهربائيين، وضح هذه العبارة.

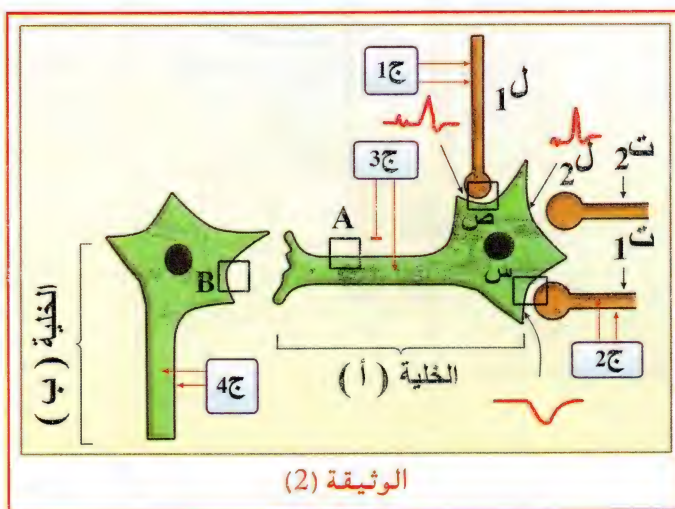
2 - عند حساب سرعة السيالة العصبية في "ل1" و "ل2" من الوثيقة (2) تحصلنا على النتائج الممثلة في منحنيات الوثيقة (3) في نفس الشروط.

أ - لاحظ الوثيقة (2) جيداً ثم حدد نوع المشبك "س" والمشبك "ص".  
ب - في أي من الليفين "ل1" أو "ل2" سرعة السيالة العصبية أكبر؟

ج - أحسب سرعة السيالة العصبية في كل من الليفين بين 1 و 3 ملي ثانية. هل هذا يؤكد إجابة السؤال - ب -؟



(3) الوثيقة



(2) الوثيقة

3 - للتعرف على كيفية إنتقال الرسالة العصبية من الخلية (أ) إلى الخلية (ب) عزلنا حويصلات غشائية بطريقة الأمواج الفوق صوتية من المنطقتين A و B للوثيقة (2)، نضع الحويصلات في وسط مناسب يحتوي على الصوديوم المشع ثم نقوم بمتابعة الإشعاع. إن النتائج وشروط التجربة موضحة في جدول الوثيقة (4).

رقم التجربة		(1) تنبيه فعال للحويصل		(2) إضافة الأستيل كولين	
الحويصل		A	B	A	B
محتوى الوسط: محلول فيزيولوجي و $Na^+$ مشع		○	○	○	○
ظهور الإشعاع داخل الحويصلات		+	-	-	+

(4) الوثيقة

أ - حل و فسر النتائج.

ب - هل تتأثر النتائج السابقة بإضافة الكورار، وضح ذلك.

## تمرين 15

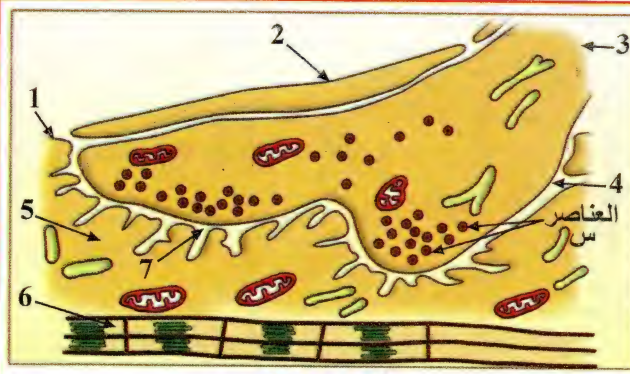
أ - إستعمل الهنود الحمر الرماح المطلية بالكورار في صيد الحيوانات والتي تسبب شلل على مستوى العضلات.

تجربتي

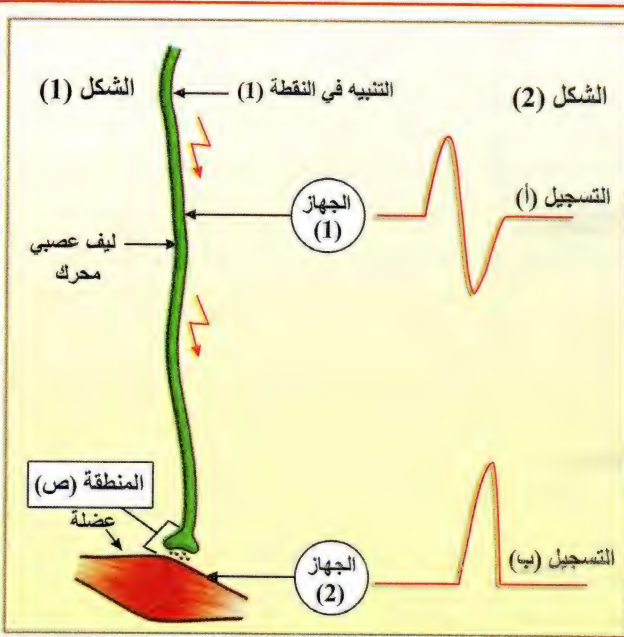
بواسطة: جواد

tajribaty.com





(1) الوثيقة



(2) الوثيقة

– كيف تؤثر هذه المادة على العضلات وتصيبها بالشلل؟ من أجل ذلك نقوم بدراسة الوثائق التالية: الوثيقة (1) تبين رسم تفسيري لصورة مشبك عصبي - عضلي بالمجهر الإلكتروني، والوثيقة (2) تبين تركيب تجريبي للليف عصبي محرك معزول من ضفدع ومتصل بعضلة الشكل (1)، أما الشكل (2) فيبين النتائج التجريبية المحصل عليها عند إجراء تنبيه فعال في المنطقة 1.

- 1 – ضع بيانات العناصر المرقمة من الوثيقة (1).
- 2 – ماهي المعلومة المستخرجة من مقارنة التسجيلين (أ و ب) من الوثيقة (2).

**ب –** التحليل الكيميائي للعناصر (س) المبينة بالوثيقة (1) وجد أنها غنية بالأسيتيل كولين، نستعمل محتوى العناصر ونجري التجريبتين التاليتين:

التجربة (أ): حقن الأسيتيل كولين في المنطقة (ص) من التركيب التجريبي المبين في الشكل (1) من الوثيقة (2)، تحصلنا على التسجيل (ب) فقط من الوثيقة (2).

التجربة (ب): حقن مادة الكورار في المنطقة (ص) من التركيب التجريبي المبين في الشكل (1) مع تنبيه فعال في المنطقة (1)، تحصلنا على التسجيل (أ) فقط من الوثيقة (2).

1 – إستعمل معلوماتك حول عمل المشبك، وفسر نتائج التجربة (أ).

2 – ماذا تستنتج من مقارنة نتائج التجربة (أ) بنتائج التجربة (ب)؟

3 – لو حقنا الأسيتيل كولين في هيلي العنصر البعد مشبكي دون تنبيه لم نحصل على أي من التسجيلين (أ) و(ب). ماذا تستخلص؟

4 – لو حقنا الأسيتيل كولين المشع في المنطقة (ص) لوجدنا الإشعاع على مستوى الغشاء الهيلي للعنصر البعد مشبكي، ما هي المعلومات الإضافية المستنتجة؟

5 – مثل برسم توضح فيه العلاقة الموجودة بين جزيئات الكورار والبروتينات الغشائية في المنطقة (ص).

6 – هل تمكنك النتائج المتوصل إليها من تفسير كيفية حدوث الشلل بتأثير مادة الكورار؟ وضح ذلك.

## تمرين 16

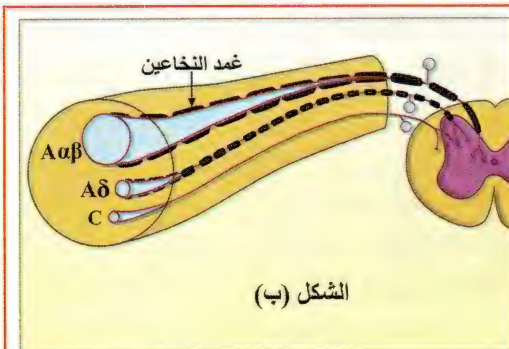
تدخل المراكز العصبية في مختلف الإحساسات التي يشعر بها الفرد من داء، برودة، ألم أو نشوة، وتلعب المشابك دورا هاما في إيصال هذه الإحساسات، ليتم إدماجها بعد ذلك. إلا أن هناك جزيئات كيميائية خارجية مثل المخدرات تتدخل في مستوى هذه المشابك لتحداث خللا في عملها.

من أجل إظهار تأثير المخدرات على مستوى المشابك؟ وما هي انعكاساتها نقوم بالدراسة التالية:

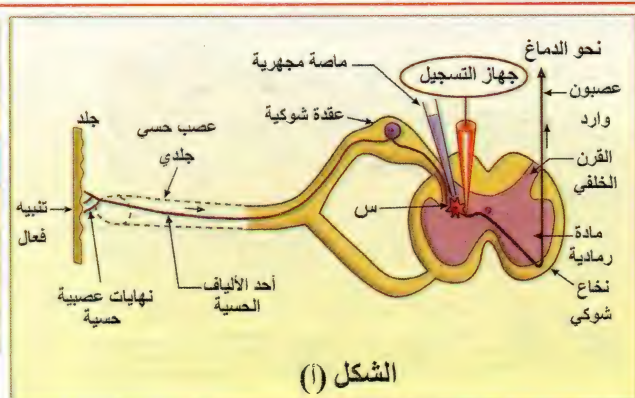
**أ –** يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لتركيب تجريبي يمكننا من دراسة العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم، حيث التسجيلات تمت في مستوى العصبون الوارد إلى الدماغ.

الشكل (ب): يمثل رسم تخطيطي يوضح أنواع الألياف المتواجدة في العصب الحسي الجلدي.





الوثيقة (1)

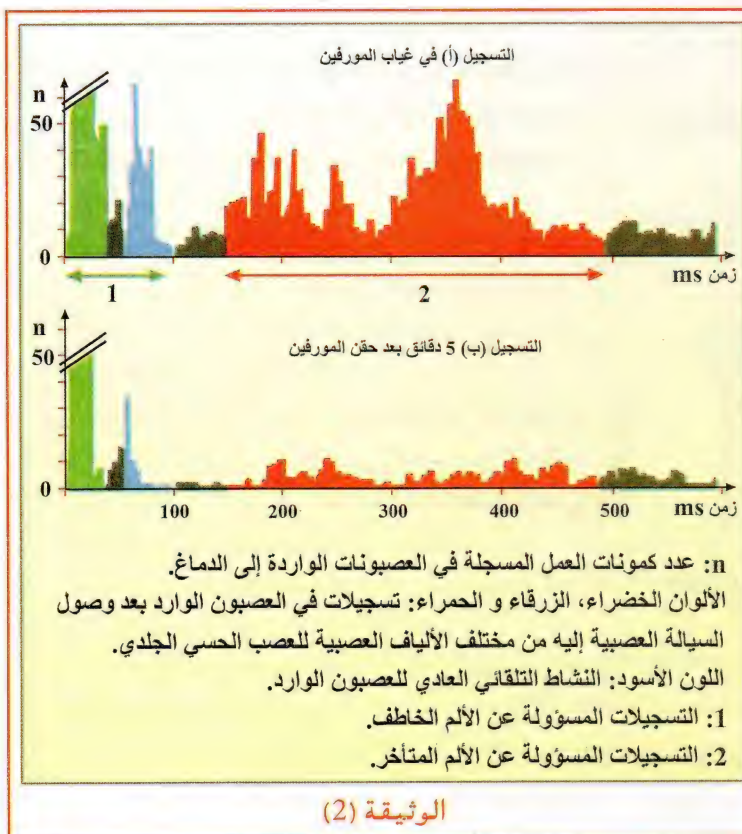


الشكل (أ)

– قارن بين الألياف المكونة للعصب الحسي الموضحة في الشكل (ب) من الوثيقة (1).

**ب –** تمثل الوثيقة (2) النتائج التجريبية المتحصل عليها في التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) للوثيقة (1) حيث: التسجيل (أ): تم الحصول عليه بعد تنبيه قوي في الجلد أدى إلى إحساس بألم خاطف (Douleur rapide) متبوع بألم متأخر و لفترة أطول (Douleur lente). التسجيل (ب): تم الحصول عليه بعد نفس التنبيه السابق لكن بعد حقن مادة المورفين في المنطقة (س) من الشكل (أ) للوثيقة (1).

1 – قدم تحليلاً مقارناً للتسجيلين (أ و ب)؛ ثم إستنتج دور المورفين؟  
2 – بالإعتماد على نتيجة المقارنة قدم فرضيات تعلق بها سبب التأخر الزمني للتسجيل 2 عن التسجيل 1 في التسجيل (أ) من الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

**ج –** للتحقق من صحة إحدى الفرضيات مكنت دراسة سرعة السيالة العصبية في ألياف العصب الحسي الممثل في الشكل (ب) من الوثيقة (1) من الحصول على النتائج الممثلة في الوثيقة (3).

نوع الألياف	القطر $\mu m$	السرعة m/s
الألياف A	4 – 1	24 – 6
الألياف C	1 – 0.5	2 – 1

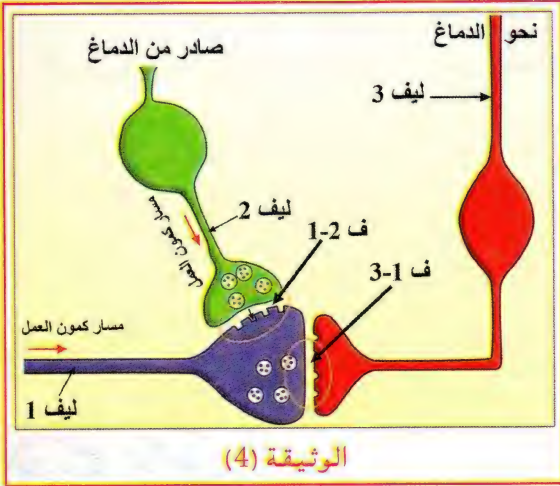
الوثيقة (3)

1 – حلل نتائج الجدول، ماذا تستنتج؟  
2 – هل تسمح لك هذه النتائج من التحقق من الفرضيات السابقة؟  
3 – بناءً على ما سبق وعلى نتائج التسجيلات (ب) من الوثيقة (2)، علل إستعمال المورفين في المجال الطبي.

**د –** لمعرفة مقرر تأثير المورفين نحقق الأعمال التجريبية التالية:

المرحلة 1: تمثل الوثيقة (4) رسماً تخطيطياً للبنيات المتواجدة على مستوى المنطقة (س) للشكل (أ) من الوثيقة (1)، بينما الوثيقة (5) فتتمثل نتائج تجريبية لتنبيهات أجريت على مختلف الألياف العصبية الوثيقة (4).





- 1 - بالإعتماد على النتائج التجريبية في 1 و 2 من الوثيقة (5).
- 2 - حدد نوع المشبك في كل من: ف (1-2)، ف (3-1)، علل؟
- 3 - بالربط بين نتائج التجربتين 1 و 2 من الوثيقة (5) وشكل الوثيقة (4) أوجد علاقة بين: المادة P، مادة الأنكيفالين، والإحساس الناتج.
- 3 - ماذا تستنتج من مقارنة نتائج التجربتين 2 و 3 من الوثيقة (5)؟
- 4 - قدم إذن فرضيات تفسر كيفية تأثير المورفين.

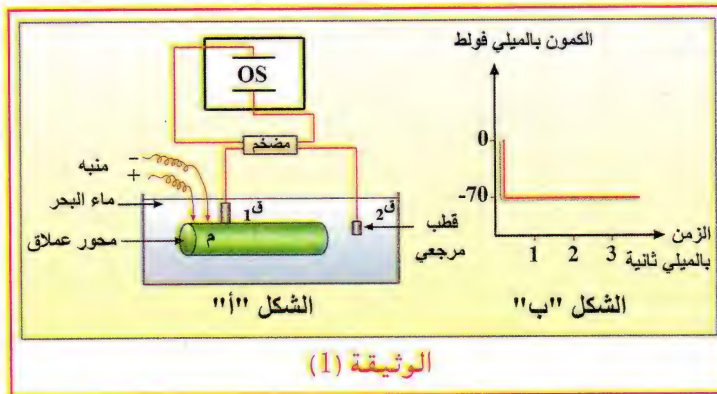
التجربة	التنبية	التحليل الكيميائي في مستوى المشابك	النتيجة
1	تنبيه كهربائي في الليف 1	إرتفاع تركيز المادة P في مستوى ف 1 - 3	إحساس بالألم
2	تنبيه كهربائي في الليف 2 وفي الليف 1	إرتفاع تركيز مادة الأنكيفالين في مستوى ف 1-2 وتناقص المادة P في مستوى ف 3-1	عدم الإحساس بالألم
3	حقن المورفين في المنطقة (ف 1-2) + تنبيه كهربائي في 1	تناقص المادة P في مستوى ف 1-3	عدم الإحساس بالألم

الوثيقة (5)

إذا علمت أن مستقبلات الأنكيفالين تتواجد في المادة الرمادية وأن لجزيئات المورفين والأنكيفالين نهايات متماثلة تتكامل مع مستقبلات الإنكيفالين النوعية.

- 1 - هل تسمح هذه المعلومات من التحقق من فرضياتك السابقة؟ علل.
- 2 - بالإعتماد على ما توصلت إليه من معلومات قدم تفسيراً للتسجيلين (أ، ب) من الوثيقة (2).

## تمرين 17



الوثيقة (1)

بفضل التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) للوثيقة (1) يمكن دراسة الظواهر الفيزيولوجية للليف العصبي.

- 1 - الشكل (ب) للوثيقة (1) ناتج عن التغير في الكمون بواسطة القطب المجهرى ق1.
- أ - ما دور راسم الإهتزاز المهبطي؟ هل يمكن الإستغناء عن المضخم؟ علل إجابتك.
- ب - كيف نسمي التغير في الكمون المشاهد في الشكل (ب)؟ علل إجابتك.

ج - ما هي الخاصية التي يظهرها تسجيل الشكل (ب)؟ بين ذلك برسم تخطيطي محددا على نفس الرسم موضع قطب الإستقبال ق1 الذي يمكننا من الحصول على التسجيل.

- 2 - نبيه المحور العملاق تنبيهها فعلا في النقطة (م) من التركيب التجريبي للوثيقة (1) نتحصل على التسجيل الممثل في الوثيقة (2).



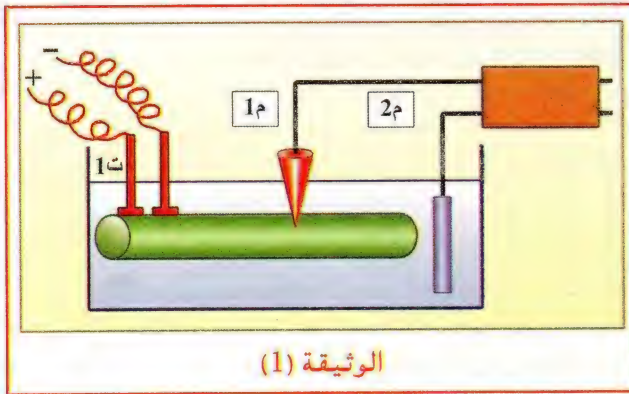


– ضع عنوانا للوثيقة (2) وحلل المنحنى المحصل عليه كهربائيا باستخدام الحروف المتواجدة على منحنى الوثيقة.

## تمرين 18

I – لتحديد طبيعة الرسالة العصبية نجري الدراسة التالية على ليف عصبي للكلمار.

– ننجز التركيب التجريبي الممثل بالوثيقة (1) في الزمن 0 نضع إلكترود 1م على سطح المحور الأسطواني.



– في الزمن 1م ندخل الإلكترود في المحور الأسطواني.

– في الزمن 2م ننبه المحور تنبيهها فعالا. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).

1 – حلل وفسر الجزء (س) من الوثيقة (2)، وماذا تستنتج؟

2 – ماذا يمثل الجزء (ع) من الوثيقة (2)؟ علل إجابتك. ضع عنوانا للجزء ص.

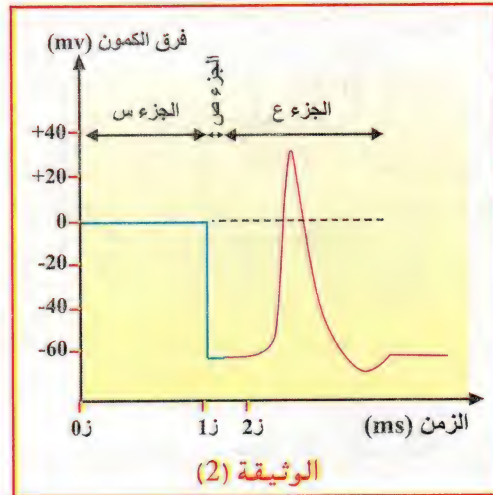
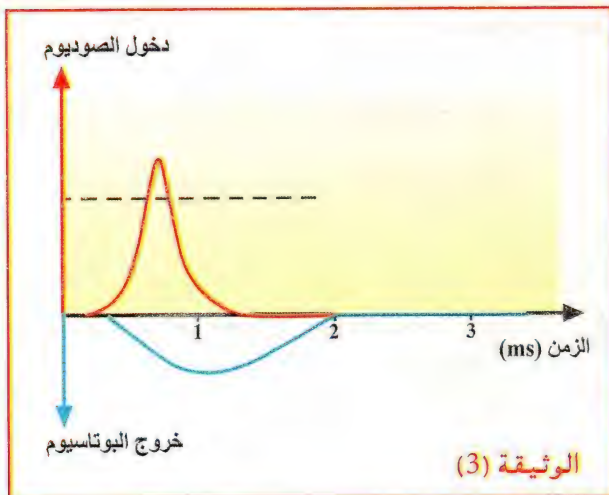
3 – حلل الظاهرة الممثلة بالجزء (ع) فيزيائيا، ماذا تستنتج؟

الوثيقة (3) تبين هجرة شوارد الصوديوم

والبوتاسيوم بين الوسط الخارجي والداخلي التي تراقق الجزء (ع) من الوثيقة (2).

4 – قدم تفسيرا كيميائيا للجزء (ع) معتمدا على نتائج الوثيقة (3).

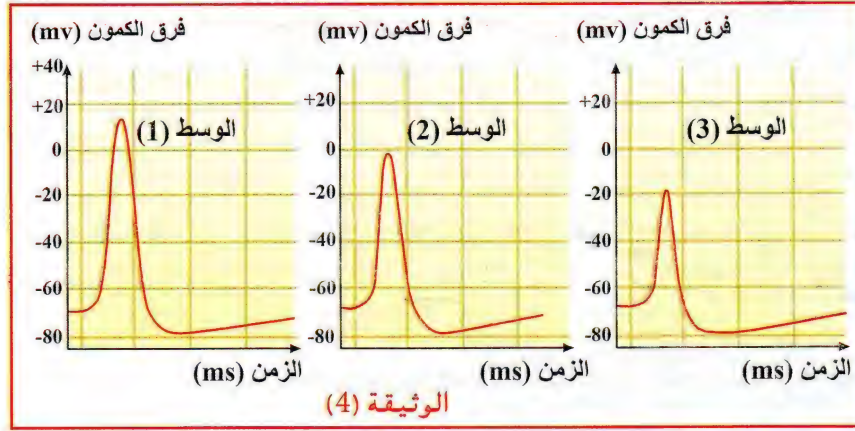
5 – ماذا تستخلص فيما يخص طبيعة السيالة العصبية؟



II – تمثل الوثيقة (4) نتائج تجارب أجريت على الليف العصبي العملاق للكلمار (أعمال هودكين وكاتز) حيث تم وضعه في ثلاث أوساط مختلفة:



- الوسط (1) به ماء بحر يحتوي على شوارد الصوديوم (453 ميلي مول / ل).
- الوسط (2) به ماء بحر و 50 % محلول غلوكوزي.
- الوسط (3) به ماء بحر و 67 % محلول غلوكوزي.
- النتائج التجريبية موضحة في منحنيات الوثيقة (4).



- 1 - حلل نتائج الوثيقة (4)، وماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين الكمون الغشائي وتركيز الشوارد في الوسط الخارجي.
- 2 - وضع بواسطة رسم على المستوى الجزيئي الآلية التي أدت إلى ظهور الكمون المبين بالجزء (ع) من الوثيقة (2).

## تمرين 19

يلعب الغشاء الهوليولي للليف العصبي دوراً أساسياً في تغيير الكمون من أجل التعرف على هذا الدور تجري سلسلة التجارب التالية:

1 - يقدم الجدول التالي التركيب الأيوني ( $\text{Na}^+$ ،  $\text{K}^+$ ) لكل من المحور العملاق ودم الكلمار وماء البحر.

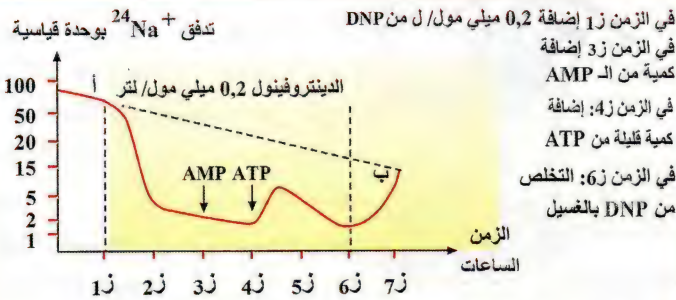
القيم بالميلي مول / لتر			
الأيونات	هوليولي المحور	دم الكلمار	ماء البحر
$\text{Na}^+$	50	440	460
$\text{K}^+$	400	20	10

أ - إستخلص من الجدول سبب إستعمال ماء البحر كوسط فيزيولوجي لتجارب على المحور العملاق؟  
ب - ما هي الإشكالية التي تظهرها النتائج المبينة في هذا الجدول.

ج - إقترح فرضية أو فرضيات تفسر بها هذه الإشكالية.

2 - أ - نغمر ليفاً عملاقاً للكلمار في ماء البحر ذي صوديوم مشع  $^{24}\text{Na}^+$ ، بعد عدة ساعات يصبح الليف مشعاً، ينقل الليف المشع إلى ماء البحر به صوديوم عادي  $^{23}\text{Na}^+$ ، يظهر الإشعاع في ماء البحر مع بقاء التركيز الإجمالي للصوديوم داخل المحور ثابتاً ومساوياً 50 ميلي مول / لتر ونفس الشيء لماء البحر 460 ميلي مول / لتر ماذا تظهر هذه التجربة؟

ب - يستبدل صوديوم ليف عملاق بصوديوم  $^{24}\text{Na}^+$  ثم يوضع في ماء بحر ذي صوديوم عادي  $^{23}\text{Na}^+$  يجدد ماء البحر بإستمرار وعلى فترات زمنية منتظمة وفي كل مرة تتم معايرة إشعاعه، سمحت النتائج المحصل عليها في شروط مختلفة بإنجاز الوثيقة (1) DNP يمنع تركيب الـ ATP).



التسجيل "أ" ب" يمثل تدفق  $^{24}\text{Na}^+$  مقاساً في ظروف عادية (عدم وجود DNP).

الوثيقة (1)



α - ماهي المعلومة التي تقدمها هذه التجربة؟ علل إجابتك.

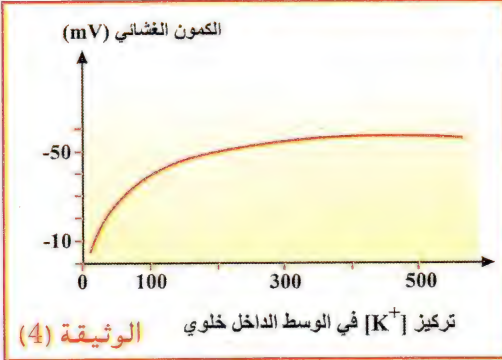
β - ما الغرض من استعمال الـ AMP؟

γ - هل تحققت من الفرضية أو الفرضيات المقترحة في السؤال 1 - ج؟ وضح ذلك.

3 - نفرغ محتوى المحور العملاق و نستبدله بمحاليل أيونية ذات تراكيز متزايدة من البوتاسيوم  $K^+$  يوضع المحور في محلول فيزيولوجي ذي تركيز أيوني مماثل لماء البحر ويقدر في كل مرة الكمون الغشائي. سمحت النتائج المحصل عليها من إنجاز منحني الوثيقة (4).

أ - حلل المنحنى.

ب - بالإعتماد على المعلومات المستخلصة من الوثيقة (4) وجدول التركيب الأيوني للسؤال 1 إستخلص منشأ كمون الراحة.

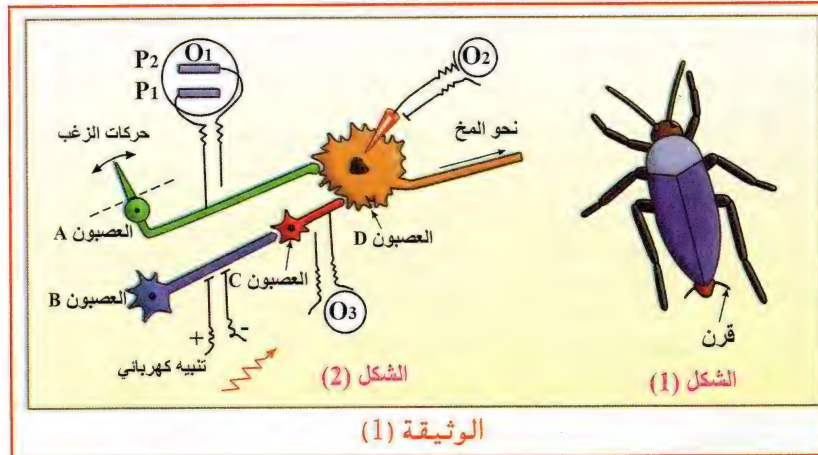


4 - نعيد تنبيه المحور العملاق تنبيهات فعالة في شروط تجريبية مختلفة، النتائج مبينة في الجدول الموالي:

المرحلة	الشروط التجريبية	النتائج
الأولى	تنبيه المحور العملاق تنبيهها فعالا	و
الثانية	نعيد المرحلة الأولى و لكن بعد إضافة مادة TTX (Tétrodoxine) والتي تثبط دخول شوارد $Na^+$	هـ
الثالثة	تخفيض تركيز شوارد الـ $Na^+$ في الوسط الخارجي إلى 150 ميلي مول/ لتر ثم نعيد المرحلة الأولى	د
الرابعة	نعيد المرحلة الأولى ولكن بعد إضافة مادة TEA (Tétra-éthyl-ammonium) التي تثبط نفاذية الغشاء لشوارد $K^+$	ب

لاحظ منحني المرحلة الأولى من الجدول ثم:  
أ - بالإعتماد على هذه النتائج فقط، قدم تفسيراً أولياً للتسجيلين (ب ج) ثم (ج د).  
ب - كيف تفسر التسجيلين (د هـ) ثم (هـ و) من هذا المنحنى؟

## تقريب 20

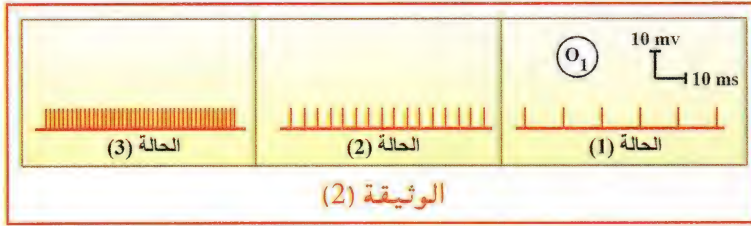


إن الشكل 1 من الوثيقة (1) حشرة حساسة جداً لأضعف حركة للهواء المحيط بها، يتم الإحساس بهذه الحركات بواسطة قرنين في نهاية الحشرة يحوي كل قرن زغابات، وهي عبارة عن إمتدادات لعصبونات حسية، ترتبط هذه العصبونات بعقدة من العقد المكونة لسلسلة عصبونية متصلة بالمخ، كما يوجد بكل قرن عصبونات مستقلة عن الزغابات ترتبط بنفس العقدة العصبية.

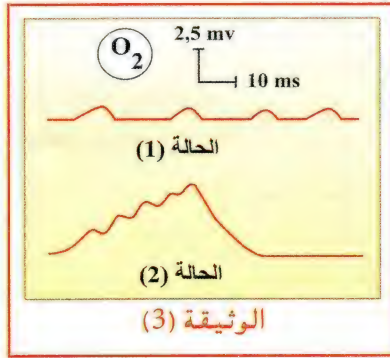
أما الشكل (2) من الوثيقة (1) فيبين السلسلة العصبونية والتركيب التجريبي المستعمل، حيث يمثل العصبون A عصبون حسي والعصبون B عصبون مستقل.



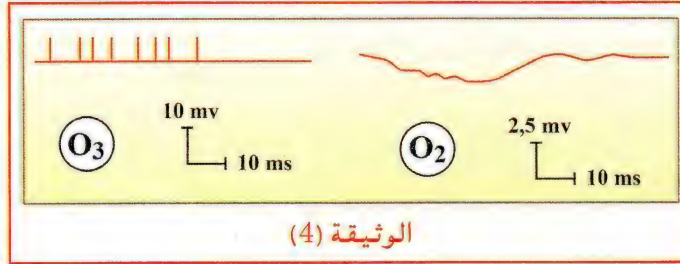
يتم تسجيل نتائج تنبيه مختلف العصبونات بواسطة مساري مجهرية مرتبطة بأجهزة الأوسيلوسكوب  $O_1$  ،  $O_2$  ،  $O_3$  وفي كل الحالات نسجل بالكترود واحد والآخر مرجعي.



الوثيقة (2)



الوثيقة (3)



الوثيقة (4)

1 - تنبيه العصبون A بواسطة حركات سريعة ذات سعات متزايدة للزغب (من الحالة 1 إلى الحالة 3) ونسجل بواسطة  $O_1$  و  $O_2$  والوثيقة (2) تمثل النتائج المحصل عليها بواسطة  $O_1$ .  
- حدد طبيعة التنبيه المستعمل.

2 - أ - ماذا يمثل كل خط عمودي من تسجيلات الوثيقة (2)؟

ب - قارن بين التسجيلات المحصل عليها في الحالات الثلاث من الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

3 - الوثيقة (3) تمثل النتائج المحصلة عليها بواسطة جهاز الأوسيلوسكوب  $O_2$ .  
أ - ماذا يمثل التسجيل المحصل عليه في الحالة 1؟

ب - قارن هذا التسجيل بالتسجيل المحصل عليه في الحالة 2، ماذا تستنتج؟

4 - نخضع العصبون B لتنبيه كهربائي فعال ونقوم بتسجيل الإستجابات على مستوى محور العصبون C والجسم الخلوي للعصبون D النتائج موضحة في الوثيقة (4).

أ - ما هي الظاهرة الممثلة في التسجيل

المحصل عليه بواسطة  $O_2$ ؟

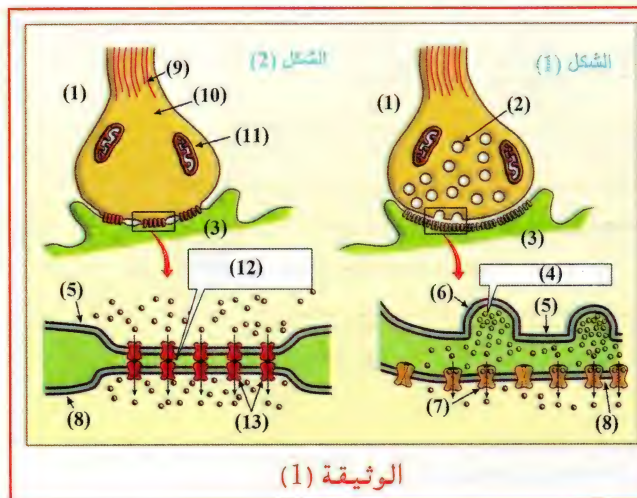
ب - إعتادا على المبادلات الأيونية التي تحدث على مستوى الغشاء الهولي للعنصر البعد مشكي D/C، فسر هذه الظاهرة.

ج - ما هو تأثير العصبون C على العصبون D؟

5 - إعتادا على ما توصلت إليه مما سبق والتسجيل المحصل عليه بواسطة  $O_3$ ، حدد طبيعة المشبك بين C و B وبين D و C؟

6 - إنطلاقا من المعطيات السابقة، إستخرج دور العصبون D في توصيل المعلومات إلى المخ.

## تمرين 21



الوثيقة (1)

يمثل الشكلين (1 و 2) من الوثيقة (1) نوعين من المشبك، مشبك كهربائي ومشبك كيميائي، بينما تمثل الوثيقة (2) شكلا مجسما لتفاصيل أكثر للشكل (2) من الوثيقة (1).

1 - تعرف على المشبكين الموضحين في الشكلين (1 و 2) ثم أكتب البيانات المرقمة.

2 - قارن بين المشبك 1 و 2، ماذا تستنتج؟

3 - تمثل الوثيقة (2) تفاصيل الإتصال بين غشائي الخليتين للمشبك 2.

أ - ما هي المعلومة المستخلصة من هذا الشكل فيما يخص آلية عمل هذا النوع من المشابك؟

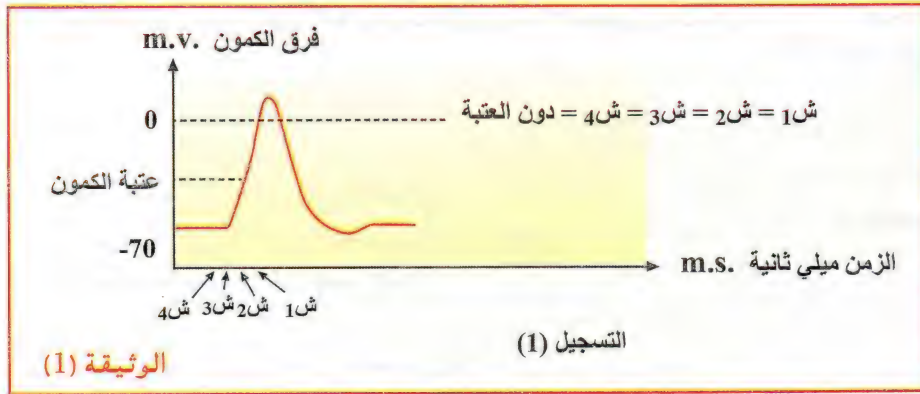


ب - قدم أوجه الاختلاف في عمل المشبكين السابقين.

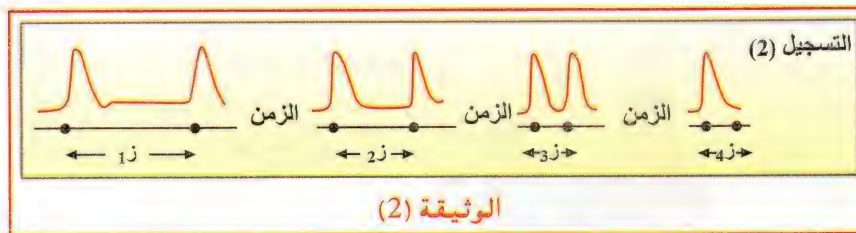


## تمرين 22

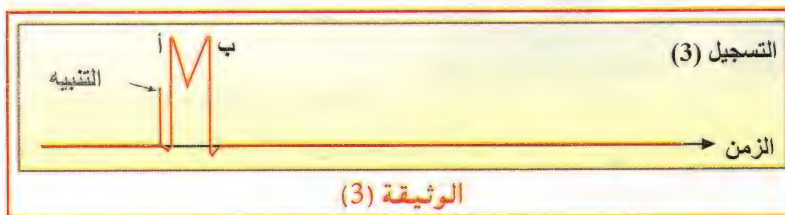
1 - أ - نبهنا ليفا عصبيا بعدة تنبيهات غير فعالة بحيث كانت متتابعة وذات تردد سريع، فحصلنا على التسجيل رقم (1) على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب.  
- حلل وفسر هذا التسجيل.



ب - نعمل على تقليص المدة الفاصلة بين تنبيهين فعالين لهما نفس الشدة والمدة وذلك بالنسبة لنقطة معينة تفصل تنبيهين يصبح الثاني غير فعالا حيث لا يظهر المنحنى الثاني لكمون العمل على الشاشة ويوصف الليف في هذه الحالة بأنه مقاوم للتنبيه الثاني وذلك من خلال مدة قصيرة يطلق عليها بالدور المقاوم (التسجيل 2).  
- فسر هذه النتائج.



2 - أ - يعبر التسجيل (3) عن وجود تنبيه جزء من العصب الوركي المعزول لضفدعة.  
- فسر هذا التسجيل وماذا تستخلص؟





ب - يمثل الجدول الموالي سرعة السيالة العصبية بالنسبة لأنماط مختلفة من الألياف العصبية وذلك عند درجات حرارة مختلفة.

انماط الألياف	القطر الميلي ميكرون	درجة الحرارة °م	السرعة م. ثا <sup>-1</sup>
ألياف الثدييات	ذات نخاعين	37	120
		37	60
		37	30 - 12
عديمة النخاعين	1	37	2
ألياف نخاعينية لعصب وركي عند ضفدعة	20	20	30
	20	30	80 - 60

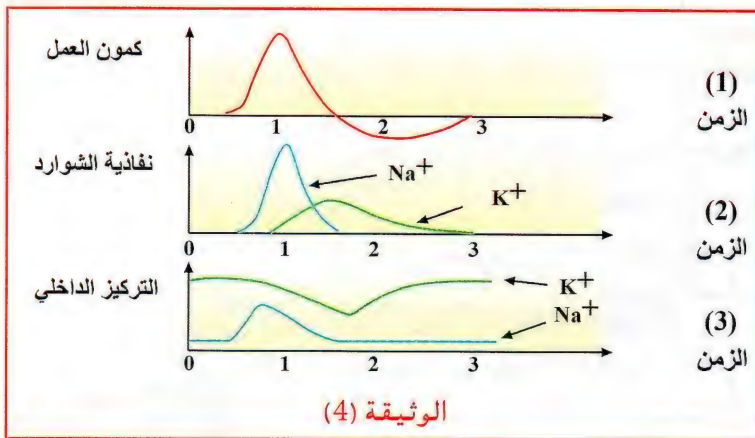
- بأية معلومات تزودنا هذه المعطيات.

ج - إن سرعة السيالة العصبية تساوي 1 - 120 م / ثا في حين سرعة التيار الكهربائي تساوي  $10 \times 3 \text{ كم}^5 / \text{ثا}$ .

- تتغير سرعة السيالة العصبية تبعا لتغيرات درجة الحرارة.

- إذا خدرنا عصبا بالايثير أو الكلوروفورم أو أخضعناه لدرجة حرارة قصوى 50° م أو (- 2° م) فإنه لا يسمح بتوصيل السيالة العصبية رغم أنه يمكنه من نقل التيار الكهربائي.

- إستخلص من المعطيات السابقة طبيعة السيالة العصبية.



3 - إستطاع العلماء باستعمالهم لأيونات

الـ  $\text{Na}^+$  والـ  $\text{K}^+$  المشعين، يتتبع

حركة هذين الأيونين عبر الغشاء،

فقاوسا بذلك نفاذبة الغشائية النوعية

تجاه كل من الـ  $\text{Na}^+$  والـ  $\text{K}^+$  وكذلك

تركيز هذين الأيونين داخل المحور

الأسطواني، فحصلوا على المنحنيات

المثثلة في تسجيلات الوثيقة (4).

- من خلال هذه المنحنيات إستخرج

التغيرات المصاحبة لكمون العمل

فيما يخص الأيونين  $\text{Na}^+$  والـ  $\text{K}^+$ .

## تمرين 23

تمتاز الصراصير بالقدرة الهائلة على الفرار بمجرد هفوة ينتج عنها تيار هوائي بسيط بينما الحركة التلقائية العادية لا تؤدي إلى الفرار.

لدراسة هذه الخاصية عند هذه الحشرات نقدم لك الوثائق التالية:

- الوثيقة (1): صورة لحشرات الصراصير.

- الوثيقة (2): تشريح الحشرة يظهر جهازها العصبي والتركيب التجريبي

لتسجيلات الوثيقة (3).

- الوثيقة (3): تسجيلات كهربائية سجلت في الجهاز ج 1 حيث:

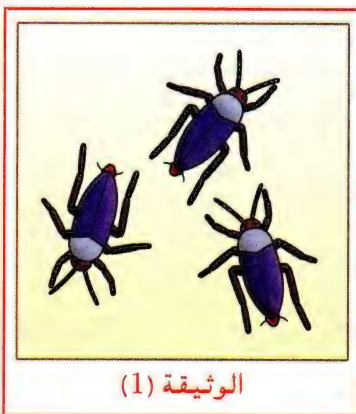
التسجيل (1): سجل إثر تنبيه فعال للعصب 1.

التسجيل (2): سجل إثر تنبيه فعال للعصب 2.

التسجيل (3): سجل لإثر تنبيه فعال للعصبين 1 و 2 في نفس الوقت.

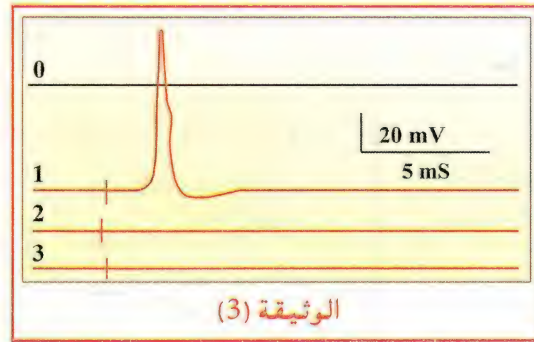
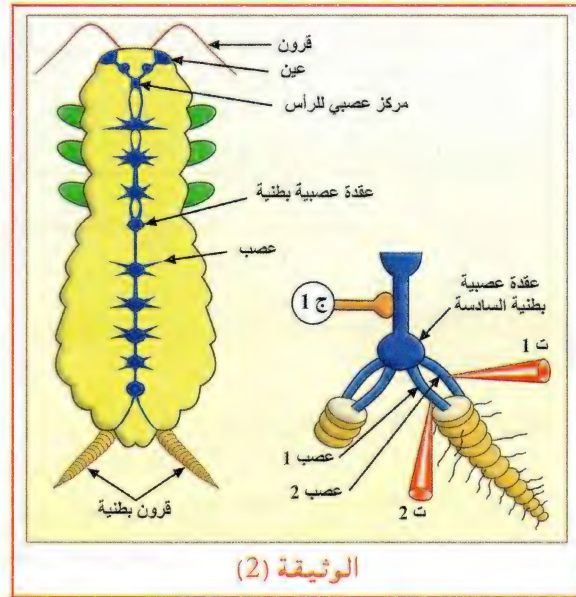
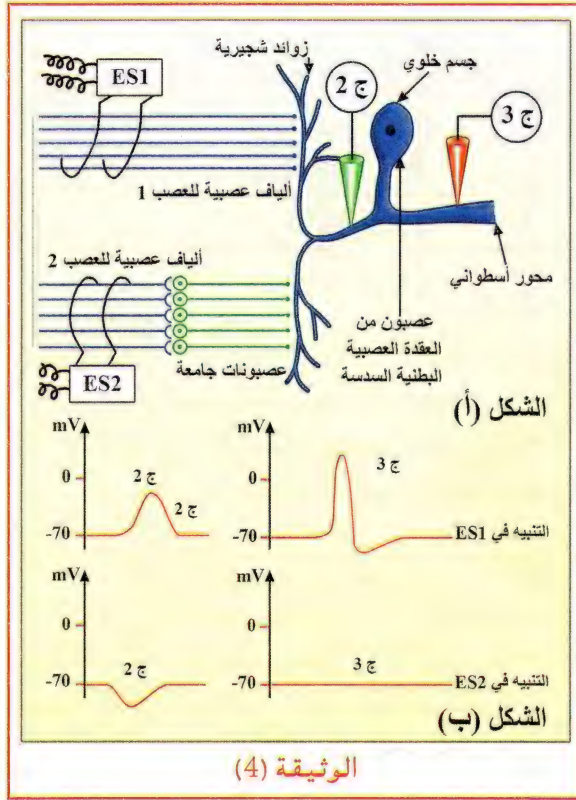
- الوثيقة (4): الشكل (أ) يوضح الإتصالات العصبية بين ألياف العصبين

(1 و 2) مع عصبون العقدة الشوكية السادسة.





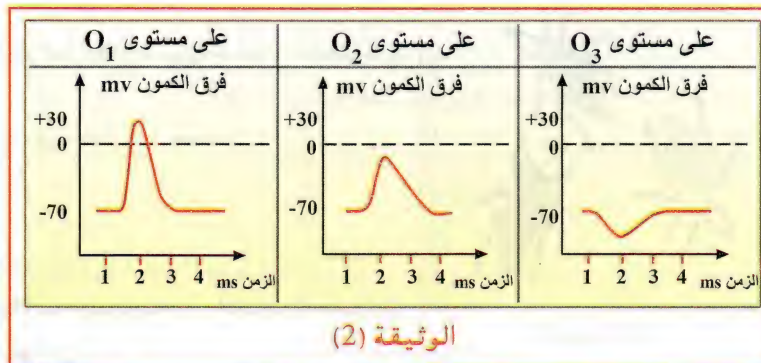
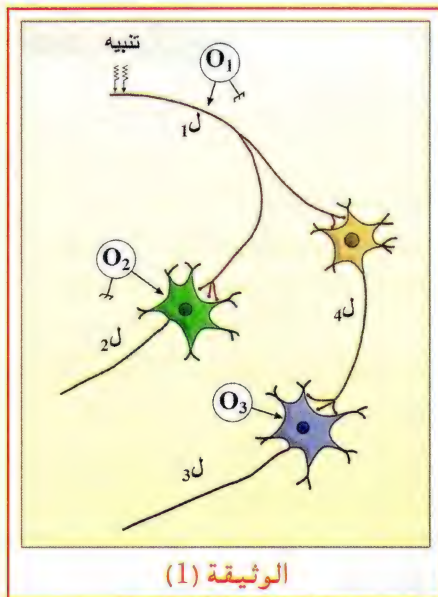
أما الشكل (ب) فيمثل تسجيلات أنجزت في مستوى العصبون العملاق في ج 2 و ج 3 بعد تنبيه الألياف العصبية في ES1 أو ES2.



بالاعتماد على المعطيات والمعلومات المستخرجة من مختلف الوثائق المقدمة بين كيف يعمل المركز العصبي عند الصراير (العقدة السادسة هنا) على دمج المعلومات التي تصله.

## تمرين 24

1 - نعزل ليف عصبي حسي (ل1) والعصبونين الحركيين المرتبطين به (ل2، ل3)، خضع (ل1) لتنبيه فعال وسجلت الإستجابات المحصل عليها في أجهزة الأوسيلوسكوب  $O_1$ ،  $O_2$  و  $O_3$ . إن الوثيقة (1) تمثل التركيب التجريبي المستعمل وتمثل الوثيقة (2) النتائج المحصل عليها.





أ - تعرف على نوع الإستجابة المسجلة في كل جهاز.

ب - حدد نوع المشبك بين ل1 و ل2.

- بين ل4 و ل3، علل إجابتك.

2 - نضع قطرات من مواد كيميائية مختلفة على مستوى الحيز المشبكي.

- بين ل1 و ل2.

- بين ل4 و ل3.

ونسجل الإستجابات على مستوى كل من الأجهزة  $O_2$  و  $O_3$ .

إن جدول الوثيقة (3) يوضح شروط التجربة والنتائج المحصل عليها.

أ - إعتماذا على معطيات الجدول ما نوع

المبلغ العصبي المتدخل في نقل السيالة

العصبية بين العصبونين ل1 و ل2 وبين

ل4 و ل3 مع التعليل.

ب - بإستغلالك لمعطيات الجدول وإجابتك

السابقة فسر تأثير مادة الـ Bicuculline

في نقل السيالة العصبية على مستوى

مشابك هذه السلسلة العصبية.

الظروف التجريبية	وضع قطرات من حمض الغلوتاميك	وضع قطرات من GABA	وضع قطرات من Bicuculline مع ل1
النتائج المسجلة على مستوى $O_2$			
$O_3$			

الوثيقة (3)

## تقريـن 25

I - ننبه العصب الوركي للضفدع بعد إزالة أليافه الحسية، وفي كل تجربة من التجارب الأربعة الممثلة في الوثيقة (1)

نستخدم نفس المنبه نوعا وشدة، مع تغيير في المسافة بين ن2 و ق1 فهي متزايدة.

أ -	
ب -	
ج -	
د -	

الوثيقة (1)

• إن الألياف العصبية الحركية المكونة للعصب الوركي مختلفة القطر ومن حيث نسب توزيعها.

إن الوثيقة (2) توضح ذلك.

1 - حلل المنحنى "أ" من الوثيقة (1) كهربائيا.

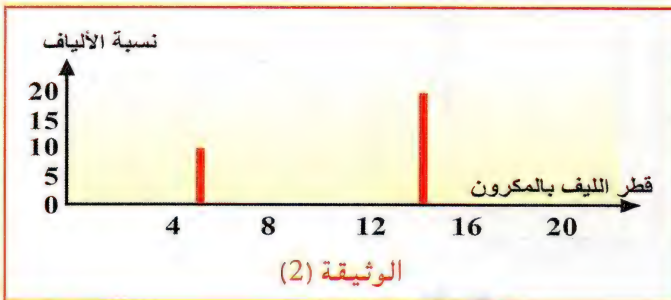
2 - فسر المنحنى "أ" إعتماذا على الظواهر الكيميائية.

3 - مستعينا بمعطيات الوثيقة (2)، ما هو

الشرح الذي تقدمه لتبرهن على تغيرات

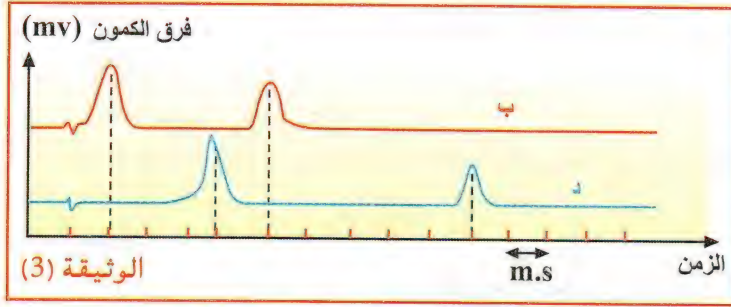
شكل المنحنيات أ، ب، ج، د؟

4 - أحسب سرعة إنتشار الظاهرة المدروسة



الوثيقة (2)





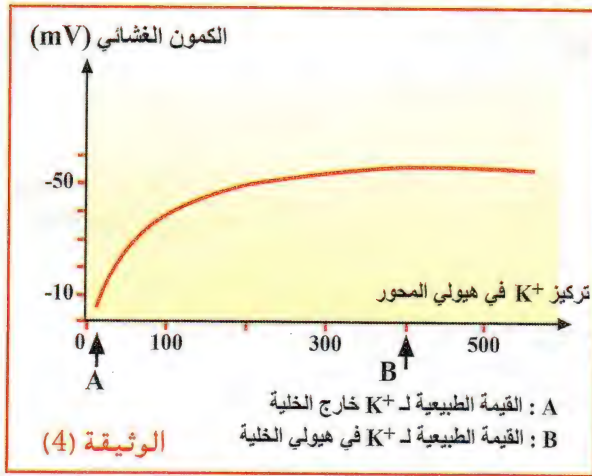
والمسجلة على الشاشة مستعينا بالتسجيلين ب، د كما هو موضح في الوثيقة (3).

II - 1 - لوحظ أن تركيز شوارد الـ  $K^+$  داخل الليف العصبي هو 400 ملي مول / ل وخارجيه هو 10 ملي مول / ل.

إذا كان فرق كمون الراحة على جانبي الغشاء هو -70 ملي فولت ولمعرفة سبب كمون الراحة على جانبي الغشاء قام العلماء بتفريغ ليف عصبي من محتواه الهيليوي وعوض بسائل حيوي ذو توتر متوازن مع تغيير في تركيز شوارد الـ  $K^+$  داخل الليف ابتداء من 0 إلى 500 ملي مول. ل<sup>-1</sup>. أما تركيز الـ  $K^+$  خارج الليف ثابت عند 10 ملي مول. ل<sup>-1</sup>. ثم قاموا بقياس فرق كمون الراحة عند كل قيمة لتركيز الـ  $K^+$ . النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (4).

إشرح المنحنى وماذا تستنتج فيما يخص سبب كمون الراحة؟

2 - إذا علمت أن تبينها فعالا لليف العصبي العملاق، بسبب نفاذية كبيرة وسريعة لشوارد الصوديوم. - إشرح أصل كمون العمل.



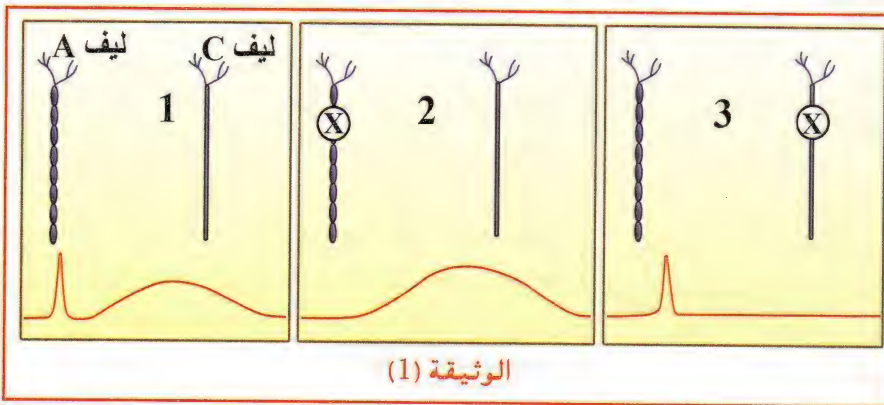
## تمرين 26

تعود نكهة المأكولات أساسا إلى التوابل التي تضاف إليها، و من أشهر هذه التوابل (الفلفل الحار) الذي يعطي للأكل مذاقا حارا، فما مصدر هذا المذاق؟ وكيف نحس به؟ للإجابة على هذه الإشكالية نحقق التجربة التالية :

أ - المرحلة 1: تمثل الوثيقة (1) نتائج تجريبية أجريت على ألياف حسية ناقلة مسؤولة عن الإحساس بالألم حيث :

- التسجيلات (1) تم الحصول عليها إثر تنبيه فعال لعصب حسي يحتوي نوعين من الألياف (A و C).

- التسجيلين (2 و 3) تم الحصول عليهما بعد تثبيط عمل أحد الليفين (A و C).



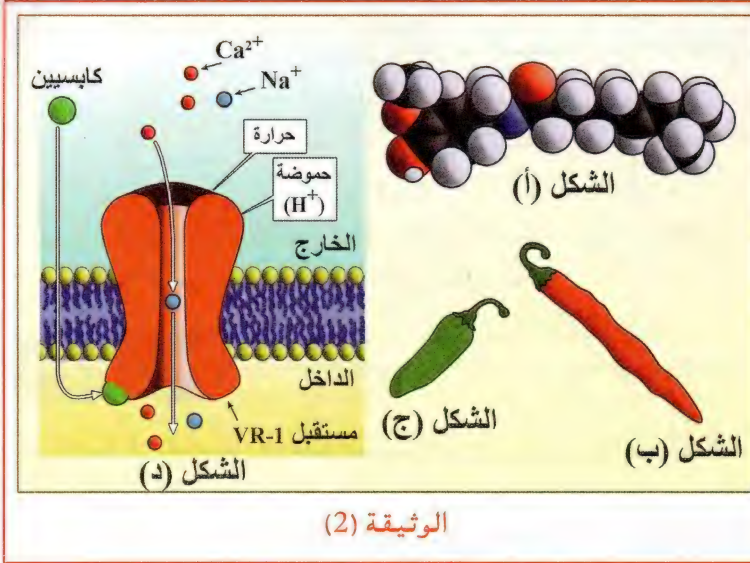
1 - قارن بنية الليفين (A و C).

2 - بالاعتماد على معارفك ونتائج التسجيلات، إشرح كيف نحس بالألم محددا البنيات المسؤولة عن ذلك مع التعليل.



3 - هل تؤكد نتائج التسجيلين (2 و 3) ما توصلت إليه في السؤال 2؟ علل ذلك.

ب - المرحلة 2: يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (2) جزيئة الكاسبين المستخلصة من الشكلين (ب ، ج)، بينما يمثل



الرسم التخطيطي للشكل (د) قناة

VR - 1 وهي قناة متواجدة في الألياف

الحسية من نوع (C).

بينت نتائج تجريبية أيضا أن تعاطي

محلول من هذه المادة يؤدي إلى الإحساس

بالمذاق الحار.

1 - ما هي المعلومات المستخلصة

من معطيات المرحلتين (1 و 2)؟

2 - بالاعتماد على ماسبق إشرح

مصدر مذاق الفلفل الحار، مبرزا

دور البروتينات الغشائية في

الإحساس بذلك.

## تمرين 27

الرسالة التي تنتشر عبر غشاء الليف العصبي عبارة عن كمونات عمل وللبحث عن أصل هذه الكمونات نقوم بما يلي:

1 - نقوم بقياس تركيز كل من الـ  $Na^+$  والـ  $K^+$  خلال الراحة في كل من

هيوبي الليف العصبي والوسط الخارجي والنتائج كما

هو موضح بالجدول المجاور:

- حلل نتائج الجدول وما هي الإشكالية المطروحة؟

2 - لوحظ أنه عندما تنخفض تركيز شوارد الـ  $Na^+$  في

الوسط الخارجي فإن قابلية تنبيه الليف تنخفض.

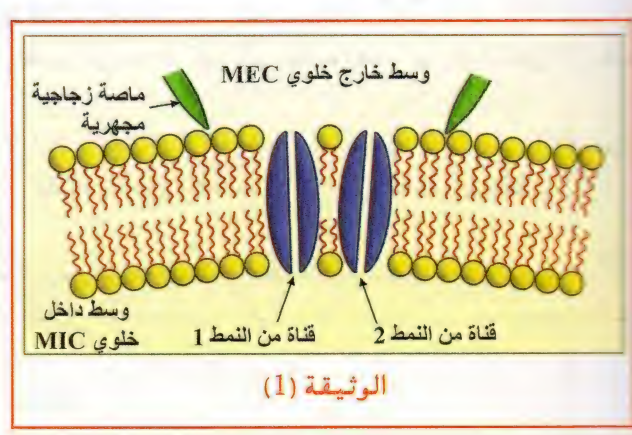
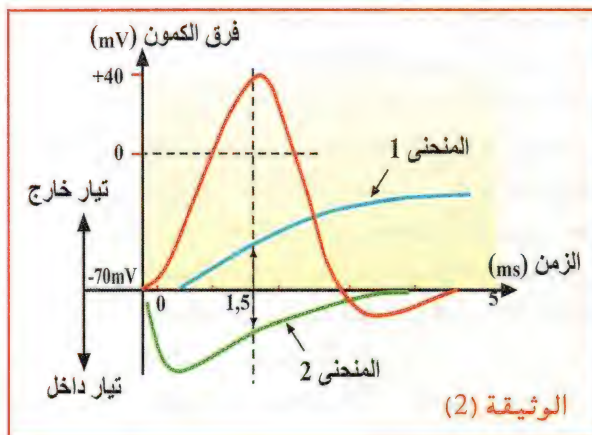
- ماهي المعلومة التي تقدمها هذه الملاحظة؟

3 - بتقنية الـ Patch Clamp عزلنا قطعة من الغشاء الهيوبي للمحور العملاق تحوي قنوات أيونية وفرضنا كمونا

معينا على الغشاء ثم نقيس التيارات التي تظهر على مستوى هذه القنوات والوثيقة (1) تبين نمطين من

القنوات في الغشاء.

أما الوثيقة (2) فتمثل تغيرات التيار الأيوني خلال فرض كمون على الغشاء مقداره 70 ملي فولط.



والجدول الموالي يحدد عدد القنوات المفتوحة في مساحة معينة من السطح الغشائي.

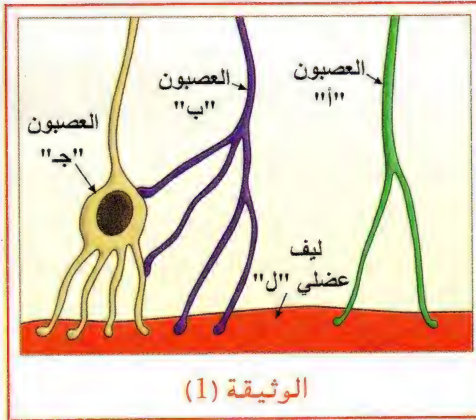


الزمن ( ب ميلي ثانية)										
5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
0	0	0	0	0	0	25	25	40	5	0
0	1	2	8	12	18	20	15	5	0	0
عدد القنوات المفتوحة في (مك م2) من الغشاء										
قنوات النمط 1										
قنوات النمط 2										

- أ - حلل الوثيقة (2) ونتائج الجدول.  
 ب - هل تسمح لك نتائج الجدول بتحديد طبيعة التيارات ونمطي القنوات الأيونية مع التعليل.  
 ج - إستخلص مما سبق أصل ومنشأ كمون العمل.

## تمرين 28

نريد دراسة طريقة عمل مختلف العصبونات المتدخلة في النشاط العضلي لدى مفصليات الأرجل، من أجل ذلك نقوم بما يلي:



— توضح الوثيقة (1) المجاورة رسماً تخطيطياً لتعصيب ليف عضلي (ل).

1 — للتوصل إلى دور كل من العصبونات أ، ب، ج، أنجزنا التجارب التالية على محضر عصب - عضلة معزولة عن المراكز العصبية.  
 أ - عند تنبيه العصبون "أ" تنبيهها فعلاً يقلص الليف العضلي "ل".

ب - دون أية تنبيه، نسجل على العصبون "ج" مرور كمونات عمل ذو تردد "ت1"، وعندما نقوم بتمديد الليف العضلي "ل" تزداد ترددات كمونات العمل فتصبح أكثر من ت1.

— عندما ننبه العصبون "ب" تنخفض ترددات كمونات العمل

التي تصل إلى العصبون "ج" فتصبح أقل من ت1، مع عدم تقلص الليف العضلي "ل" عند إجراء تنبيه على مستوى العصبون "أ".

— من خلال معطيات هذه التجارب وضع دور كل من العصبونات "أ"، "ب" و "ج".

2 — لإظهار دور العصبون "ب" نقوم بالتجارب التالية :

أ - وضعنا محضر ألياف عصبية - عضلات لرؤسيات الأرجل في وسط فيزيولوجي، إن تنبيه العصبونات من النمط "ب" يؤدي إلى ظهور مادة الـ GABA في الوسط.

وعند إخضاع العصبون "أ" لنفس التجربة لم يلاحظ التأثير السابق على العصبونات "ب".

ب - إضافة مادة الـ GABA للعصبون "ج" أدى إلى عدم ظهور أي نشاط كهربائي عليه وعدم حدوث تقلص الألياف العضلية "ل" طوال مدة وجود مادة الـ GABA.

ج - إن مادة البيكروتوكسين تستطيع إزالة مفعول الـ GABA ومن ثم إزالة مفعول العصبون "ب" على العصبون "ج" وعلى الليف العضلي "ل" دون أن تتمكن من تغيير مفعول العصبون "أ" على الليف العضلي "ل".

— حلل هذه التجارب وفسر مفعول العصبون ب.

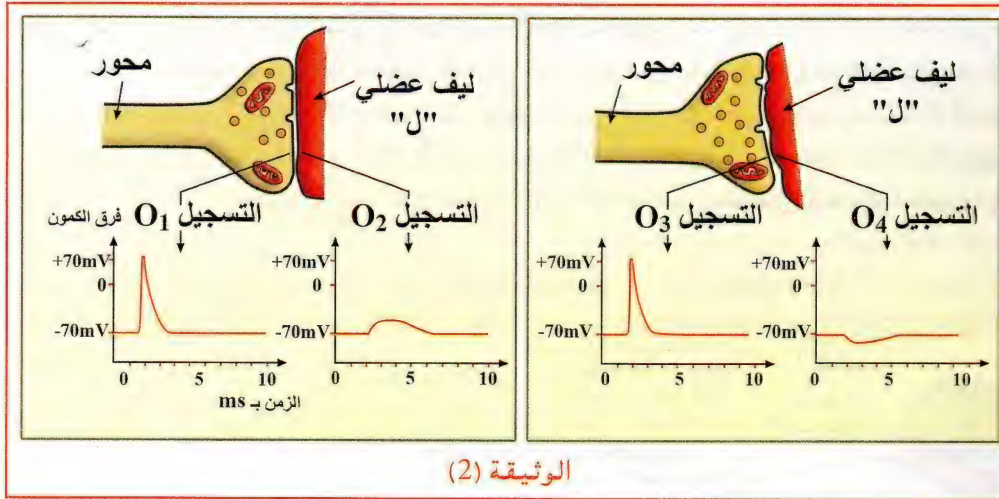
3 — لإظهار مستوى تأثير الـ GABA، إن الوثيقة (2) تمثل رسوماً تخطيطية للعقدة السيسائية للعصبونات "أ" و "ب" وكذلك تسجيلات كمونات العمل المسجلة في مستوى هذه العقدة والألياف العضلية "ل" بعد تنبيه واحد فقط للعصبون القبل مشبكي.

أ - ماذا تمثل التسجيلات O<sub>1</sub>، O<sub>2</sub>، O<sub>3</sub>، O<sub>4</sub> في الوثيقة 2؟

ب - لماذا عند تنبيه العصبون "أ" أو العصبون "ب" لا نسجل تقلص عضلي في كلتا الحالتين؟

ج - كيف يمكنك أن تحصل على تقلص الليف العضلي "ل".





الوثيقة (2)

٢ - فسر من كل ما سبق و معلوماتك تأثير الـ GABA؟

## تقريـن 29

(يمكن ان تكون وضعية ادماجية)

إليك الوثائق التالية:

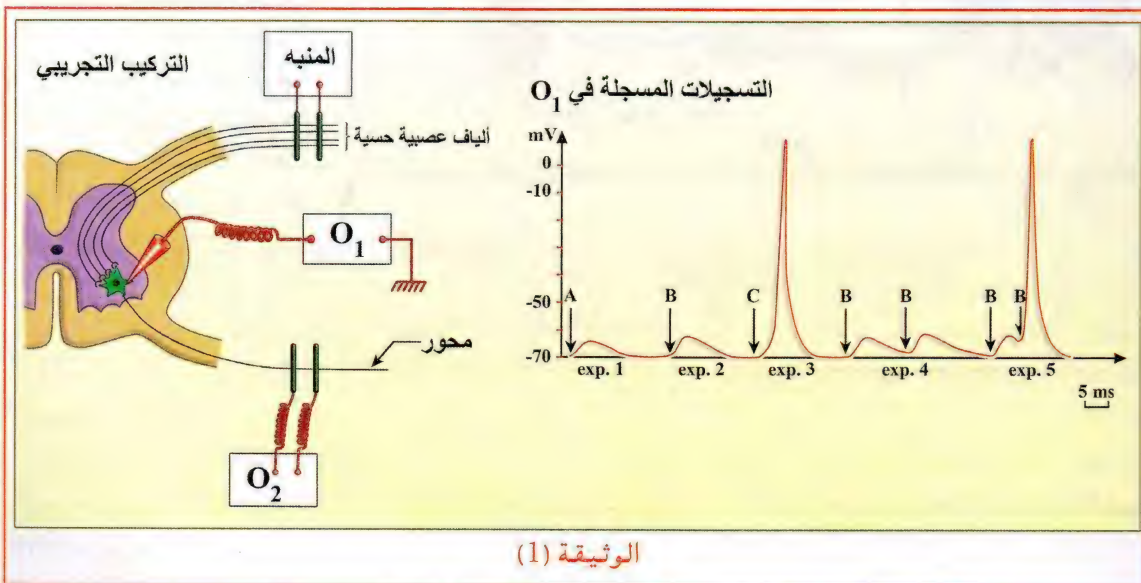
**الوثيقة 1:** التركيب التجريبي:

تسجيل تغيرات الإستقطاب لعصبون حركي من القرن الأمامي للنخاع الشوكي لحيوان ثدي بفضل إلكترود مجهري يوضع على مستوى المخروط المحوري Axonigüe بحيث يكون الإلكترود مرتبط بجهاز الأوسيلوسكوب ( $O_1$ ). جهاز ثاني ( $O_2$ ) يسمح بتسجيل النشاط الكهربائي على مستوى العصبون الحركي. إن العصبون الحركي متصل بألياف عصبية حسية آتية من نفس العضلة التي يتسبب في تقلصها. يسمح منبه للحصول على عدة تنبيهات ذات شدة متغيرة على هذه الألياف الحسية. التسجيلات المحصل عليها في  $O_1$ :

– التجارب 1، 2، 3، A، B، C تمثل تنبيهات ذات شدة متزايدة حيث  $C > B > A$ .

– التجارب 4 و 5: التنبيهات بشدة B تحدث لفترة زمنية متغيرة.

التسجيلات المحصل عليها في  $O_2$  (غير ممثلة): لا نلاحظ كمون عمل إلا في التجربة (3) و (5).



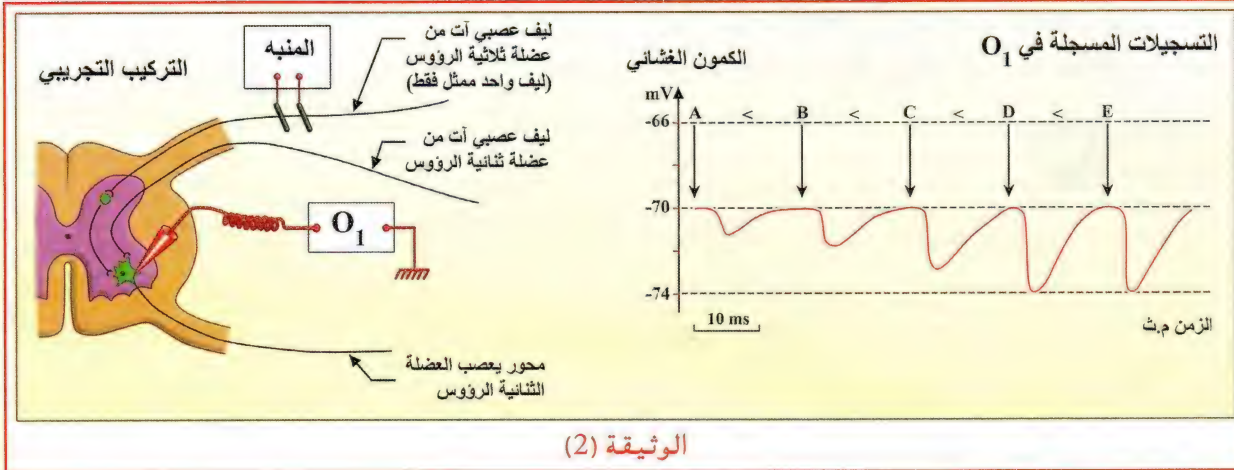
الوثيقة (1)



**الوثيقة 2:** نعتبر العضلتين المتضادتين للذراع، الثنائية والثلاثية الرؤوس.

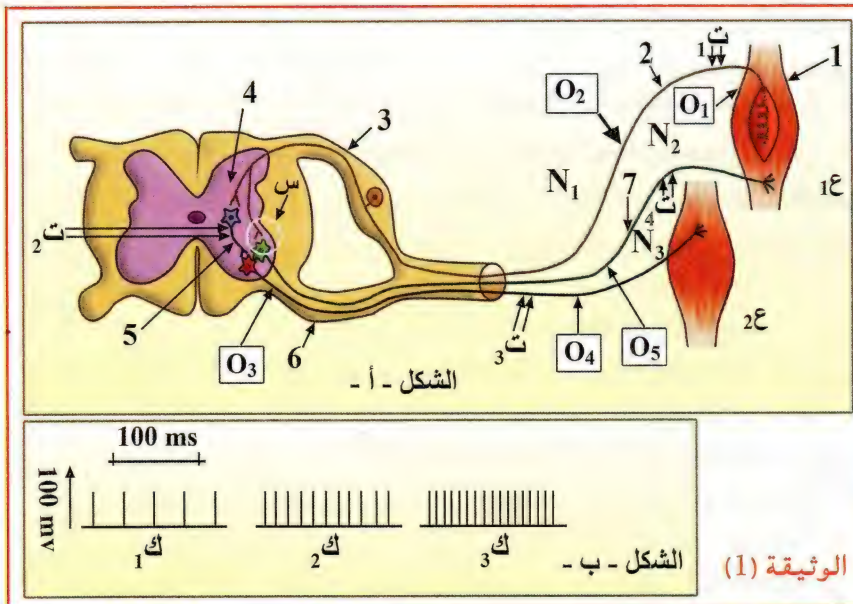
– إن ألياف عصبية حسية ليست هي الملاحظة في السؤال السابق تكون على اتصال مع العصبونات الحركية التي تعصب العضلة الثنائية الرؤوس عن طريق عصبونات جامعة، فهي آتية من مستقبلات تتواجد في العضلة الثلاثية الرؤوس، لقد مثلنا في الرسم ليف واحد من هذه الألياف. ننبه هذه الألياف الآتية من العضلة الثلاثية الرؤوس بتنبيهات ذات شدة متزايدة:  $E > D > C > B > A$ ، نسجل تغيرات الإستقطاب على مستوى المخروط المحوري بواسطة جهاز الأوسيلوسكوب  $O_1$ .

– المطلوب: شرح الخواص الإدماجية للعصبون الحركي بإستغلال الوثائق 1 و 2 ومعلوماتك؟



### تقريـن 30

نريد دراسة مسار السيالة العصبية أثناء حدوث المنعكس الرضفي لذلك نقوم بالأعمال التالية: يمثل الشكل [أ] من الوثيقة (1) مخطط يوضح علاقة العصبونات التي تؤمن المنعكس الرضفي عند القط.



نعرض العضلة (1ع) لتمددات وذلك بربطها بأثقال متزايدة الكتلة حيث :

$1ك > 2ك > 3ك$ . تغيرات تواتر كمون العمل في (N1) المسجلة عن طريق قطب الإستقبال (1ق) المتصل براسم الذبذبات المهبطي ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1) كما يلاحظ إستجابة العضلة (1ع) بالتقلص عند تمدها باستعمال الثقليين (2ك و 3ك).

1 – قدم أسماء البيانات المرقمة من 1 إلى 7.

2 – إستخلص دور العضلتين (1ع) و (2ع) في حدوث المنعكس الرضفي.

3 – ماذا تستنتج من تسجيلات الشكل (ب)؟

4 – نحدث تنبيهات فعالة (ت1.....ت4) ثم نسجل فرق الكمون على مستوى أجهزة راسم الذبذبات المهبطي ( $O_5.....O_1$ ).



تسجيل فرق الكمون في O					التنبيه (ت)
O <sub>5</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>1</sub>	
					ت1
					ت2
					ت3
					ت4

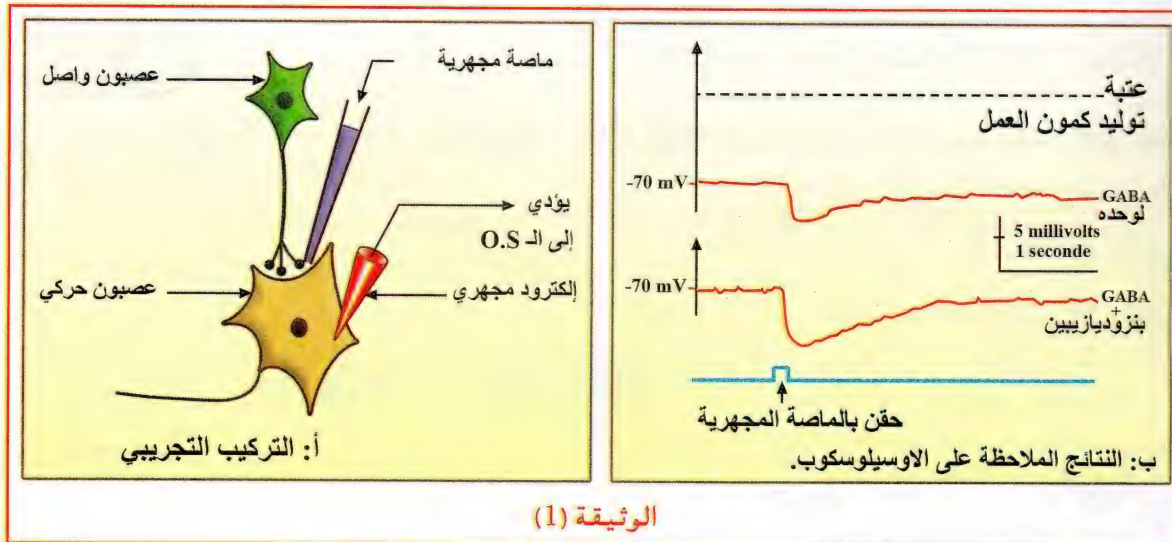
أ - أملاً الجدول المجاور وفقاً للنتائج المتوقعة الحصول عليها بوضع إشارة (+) في حالة كمون العمل وإشارة (-) في حالة عدم تغيير الكمون الغشائي.  
 ب - علل إجابتك للتسجيل المحصل عليه خلال التنبيه (ت1) على مستوى الجهازين (O<sub>4</sub> و O<sub>5</sub>).  
 ج - أنجز رسماً تخطيطياً لما فوق بنية الجزء المؤطر (س) من الشكل "أ" من الوثيقة (1) خلال وصول الرسالة العصبية مع وضع البيانات على الرسم.

### تمرين 31

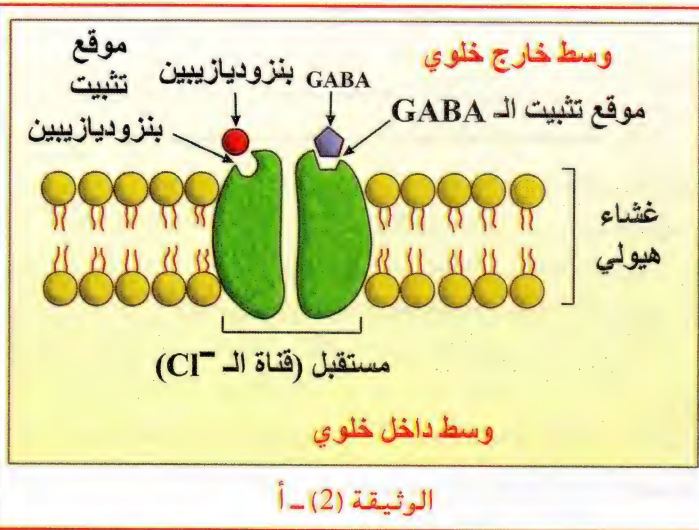
(يمكن أن تكون وضعية ادماجية)

آلية تأثير البنزوديازيبين.

الجزئيات التي من عائلة البنزوديازيبين لها تأثيرات من بينها تسبب الإرتخاء العضلي.  
**الوثيقة 1:** تأثير البنزوديازيبين على مشبك من النخاع الشوكي: ندرس عمل مشبك باستعمال مادة الـ GABA كميلغ عصبي: لدينا ماصة جهرية تسمح بحقن مواد مختلفة (GABA والبنزوديازيبين) على مستوى الحيز المشبكي، يوضع إلكترود مجهري في الجسم الخلوي للعصبون البعد مشبكي وهي تسمح بقياس تغير إستقطاب هذا العصبون، تحتيات (ب) من الوثيقة (1) تقدم النتائج المحصل عليها على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب.



(الوثيقة 1)



**الوثيقة 2:** مميزات العصبون الحركي للنخاع الشوكي:  
 الشكل (أ) من الوثيقة (2) يمثل بنية المستقبل الغشائي البعد مشبكي.  
 ملاحظة: عندما يتثبت الـ GABA في موقع تثبيته على المستقبلات الغشائية تفتح قناة الكلور  $Cl^-$ .  
 الشكل (ب) من الوثيقة (2) يمثل التراكيز الشاردية على جانبي العصبون في حالة الراحة.



التركيز الشاردية في حالة الراحة ملي مول / ل	الوسط الخارج خلوي	الوسط الداخل خلوي
$\text{Na}^+$	440	49
$\text{K}^+$	22	410
$\text{Cl}^-$	560	40

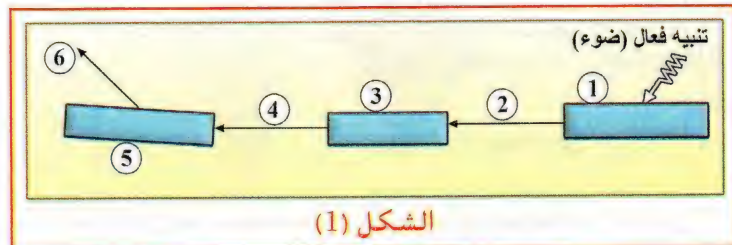
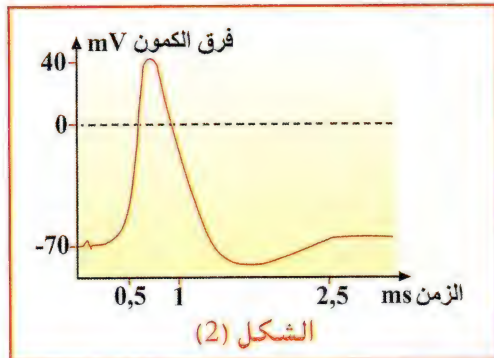
### الوثيقة (2) - ب



**الوثيقة 3:** البنزوديازيبين وتثبيت الـ GABA :  
يبين منحنى الوثيقة 3 النتائج المحصل عليها عند تثبيت الـ GABA على مستقبلاته البعد مشبكية عند حقن مجهرى للبنزوديازيبين في الشق المشبكي.  
**المطلوب:** باستغلالك لهذه الوثائق إقترح تفسيراً لآلية عمل جزيئات البنزوديازيبين.

### تمرين 32

إن تنبيه منطقة ما من جسم الحيوان تولد رسالة عصبية تنتقل إلى العضو المنفذ الذي يستجيب والمسار التي تسلكها السيادة العصبية ممثل في مخطط الشكل (1).  
ومنحنى الشكل (2) يمثل وحدة الرسالة العصبية.



1 — سم العناصر المرقمة في مخطط الشكل (1).

2 — حلل منحنى الشكل (2) كهربائياً.

3 — إن تكيف الإستجابة المتناسقة خلال السلوك الحيواني مع ظروف الوسط يتطلب ترميز الرسالة العصبية، لإظهار كيف يتم هذا الترميز عند الضفدع ننجز التجريتين التاليتين:

**التجربة (1):** يتغذى الضفدع على بعض الحشرات بلسانه وخاصة الرعاش وهي حشرة طويلة الجسم شفافة الأجنحة، نسجل النشاط الكهربائي لعصبون بصري للضفدع ونلاحظ حركة اللسان عندما تعرض أمامه نماذج متحركة من الورق المقوى مختلفة الأبعاد، الشكل (3) يلخص نتائج هذه التجربة.

النموذج المستعمل	تردد كمونات العمل المسجلة	حركة اللسان
- a		-
- b		+
- c		-

مدة العرض

كل خط عمودي يمثل تسجيل يشبه الشكل (2)

الحدث +  
عدم حدث -

الشكل (3)



أ - أحسب التردد خلال فترة العرض في كل حالة من الحالات الثلاثة.

ب - حلل الشكل (3).

4 - التجربة (2): نحقن بواسطة ماصة مجهرية الأسيتيلكولين على مستوى البنية التي تربط العنصر (4) بالعنصر (5) من الشكل (1) ونسجل سعة الإستجابة لدى العنصر (5). النتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول الموالي:

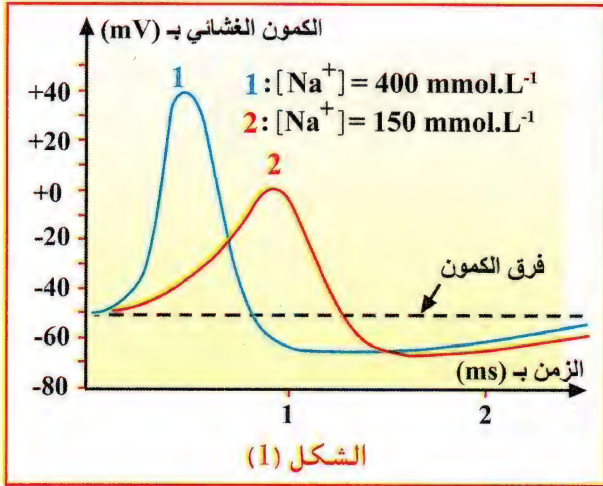
تركيز الأسيتيل كولين ميكرومول/ل	500	400	300	100	50	10
سعة إستجابة العنصر 5 $\mu A \times 10^{-2}$	4	4	4	3,5	3	2

أ - أرسم منحنى تغيرات سعة إستجابة العنصر (5) بدلالة تركيز الأسيتيل كولين.

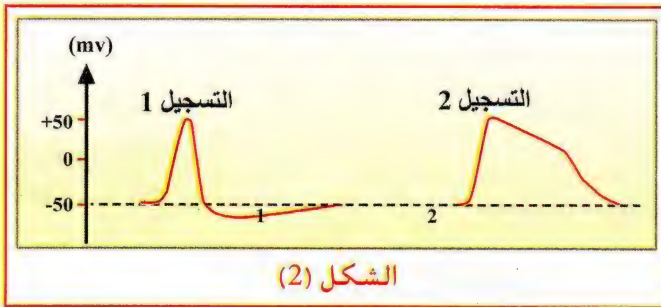
ب - حلل وفسر المنحنى.

ج - وضح كيف يتم ترميز الرسالة العصبية من مستوى لآخر إنطلاقاً من نقطة التنبيه إلى حصول الإستجابة.

### تمرين 33



الشكل (1)



الشكل (2)

لدراسة بعض مظاهر الإتصالات العصبية نقترح ما يلي:

I - التجربة (1): نضع المحور العصبي المعزول لحيوان بحري في ماء بحر ثم نقوم بتغيير تركيز شوارد الصوديوم في الوسط و نسجل إستجابة المحور لتنبيه فعال.

التسجيل 1 من الوثيقة (1) يمثل الحالة العادية أي تركيز الصوديوم عادي 400 ملي مول / ل.  
التسجيل 2 من الوثيقة (1) بعد خفض تركيز  $Na^+$  إلى 150 ملي مول / ل.

II - التجربة (2): نضع محور عصبي معزول آخر لحيوان رخوي بحري في ماء بحر عادي ثم نقوم بتسجيل إستجابة هذا المحور بعد إحداث تنبيه فعال:

- في الحالة العادية (التسجيل 1) من الوثيقة (2).

- في حالة إضافة مادة تمنع إنفتاح قنوات الـ  $K^+$  إلى الوسط الخارجي حصلنا على التسجيل (2) من الوثيقة (2).

1 - ماذا يمثل منحنى التسجيل (1) من الوثيقة (1)؟

2 - ما هي المعلومات التي تتوصل إليها من نتائج التجريتين 1 و 2 بخصوص دور كل من الـ  $Na^+$  و الـ  $K^+$ ؟ علل.

3 - وضح باختصار كيف تتدخل قنوات الصوديوم والبوتاسيوم في توليد كمون العمل.

II - إن الشكلين أ ، ب من الوثيقة (3) يمثلان صورة مجهرية لمشبك و تطور تركيز شوارد الـ  $Ca^{++}$  داخل العنصر القبل مشبكي إثر تطبيق سلسلة من كمونات عمل لمدة (6) ملي ثانية على هذا العنصر.

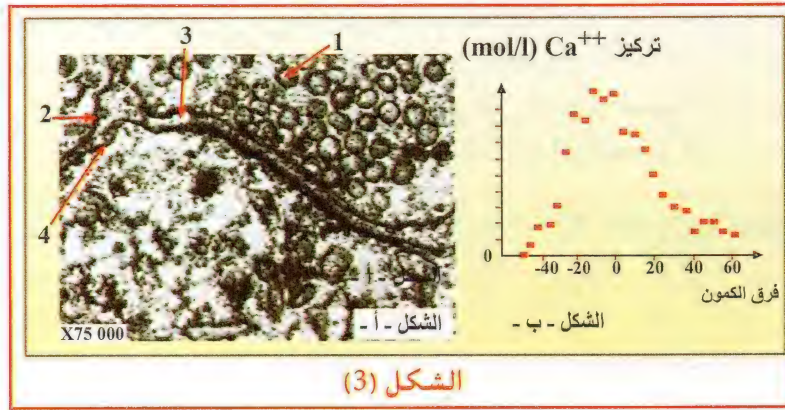
1 - ضع البيانات حسب الترتيب المعطى على الشكل أ من الوثيقة (3).

2 - أ - حلل منحنى الشكل ب من الوثيقة (3).

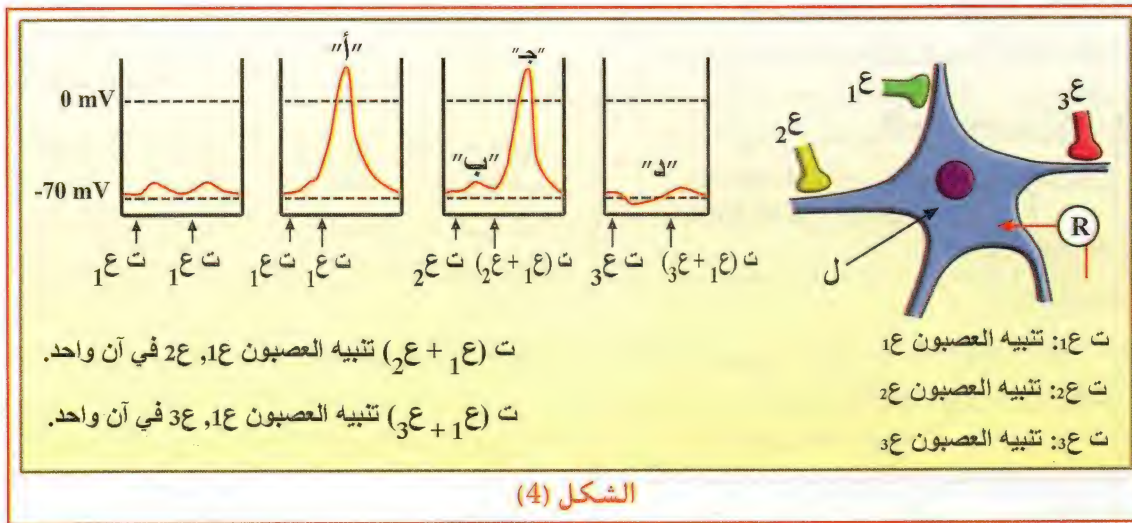
ب - فسر التطور الملاحظ في تركيز شوارد الكالسيوم.

3 - إعتماداً على ما سبق ومعلوماتك، فسر باختصار آلية النقل المشبكي في حالة مشبك منبه.





III - قتل الوثيقة (4) التسجيلات المحصل عليها على مستوى العصبون المحرك "ل" باستخدام الأوسيلوسكوب (R) إثر تنبيهات فعالة (ت) لها نفس الشدة على العصبونات "1ع"، "2ع"، "3ع".



- 1 - أ - تعرف على التسجيلين "ب" و "د".
- ب - ماهي وظيفة العصبونات "1ع"، "2ع" و "3ع"؟
- 2 - فسر النتائج المحصل عليها بالنسبة للتسجيلين "أ" و "ج".
- 3 - إستنتج دور العصبون المحرك "ل" الذي تم الكشف عنه في الوثيقة (4).

### تمرين 34

(يمكن أن تكون وضعية ادماجية)

الظواهر الشاردية أصل كمون العمل.

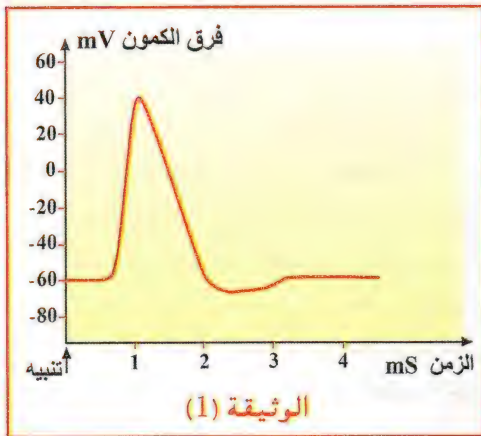
إن كمون العمل يتجلى بتغير مؤقت للإستقطاب الغشائي في نقطة معينة من العصبون (الوثيقة 1).

نقترح البحث عن الظواهر الشاردية التي هي مصدر كمون العمل.

**الوثيقة (1):** تغيرات الإستقطاب الغشائي (كمون العمل) للمحور العملاق للكالمار.

**الوثيقة (2):** التركيز الشاردي للوسطين

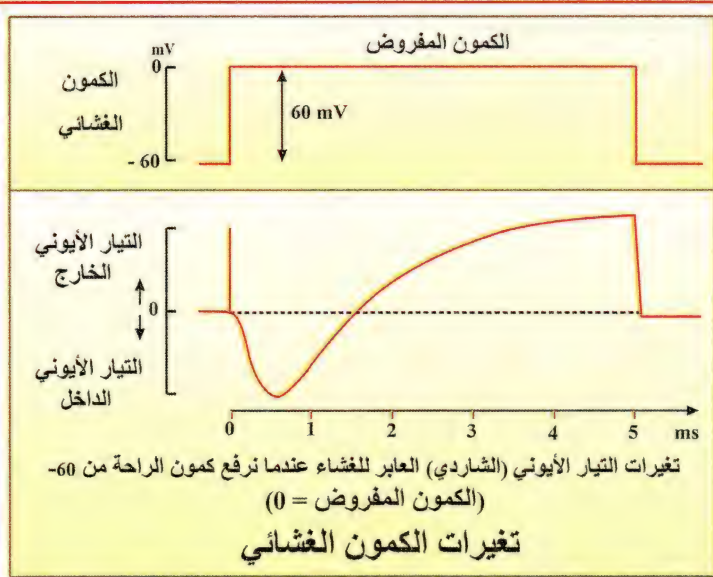
الداخل والخارج خلوي للمحور العملاق للكالمار (ملي مول / لتر).



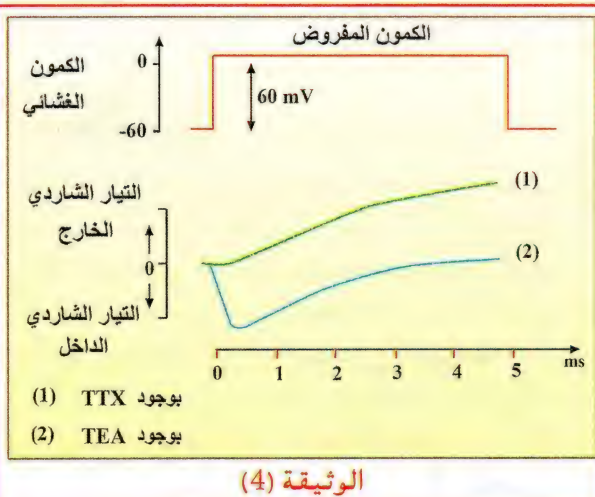
#### الوثيقة (2)

$K^{+}$	$Na^{+}$	
5	140	وسط خارج خلوي
146	14	وسط داخل خلوي





الوثيقة (3)



الوثيقة (4)

### الوثيقة (3) : تقنية الكمون المفروض :

تسمح هذه التقنية بفرض كمون بمدة وقيمة ثابتتين لغشاء المحور وقياس قيمة التيارات الشاردي العابرة لغشاء العصبون.

### التجربة (1) : نفرض كمون يقوم بإلغاء الكمون الغشائي.

النتائج المسجلة ممثلة في الوثيقة (3). من جهة أخرى نلاحظ أنه إذا كان الكمون المفروض ضعيف جدا (لا نبتعد كثيرا عن قيمة الكمون الغشائي (في حالة الراحة)) لا يعبر أي تيار شاردي الغشاء.

### الوثيقة (4) :

### التجربة (2) : مادة الـ TTX (tetrodotoxine)

مادة سامة تم عزله من بعض أعضاء السمك يسمى بـ Tétrodon تثبط آلية نفاذية الـ  $Na^+$  عبر محور الكالمار، عندما نضع هذا

السم على سطح الخلية ويكون الكمون المفروض نلاحظ النتائج الممثلة في المنحنى (1) من الوثيقة (4) فقط.

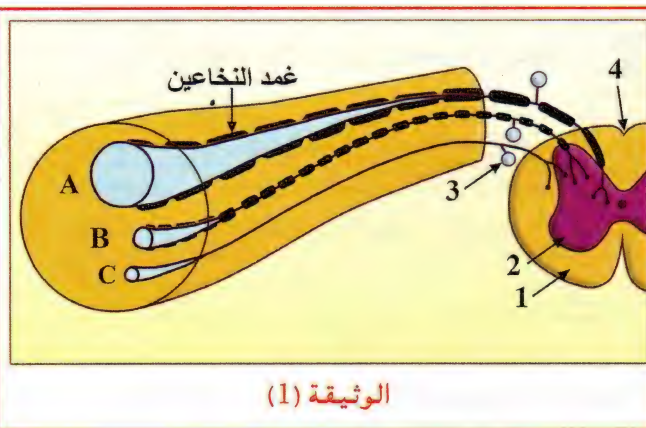
### التجربة (3) : المادة TEA تثبط نفاذية شوارد الـ $K^+$ .

نضع هذا السم داخل محور الكالمار ويكون الكمون المفروض نلاحظ النتائج الملاحظة في المنحنى (2) من الوثيقة (4) فقط.

المطلوب: تحليل هذه الوثائق للتوصل إلى مصدر كمون العمل.

## تمرين 35

لمعرفة خصائص الألياف العصبية التي يتركب منها أحد الأعصاب الجلدية لحيوان ثدي، قمنا بمايلي:



الوثيقة (1)

### 1 - أظهرت الملاحظة المجهرية لهذا العصب الجلدي

(الوثيقة 1) أنه يتكون من عدة أنواع من الألياف العصبية، كما يوضح كيفية ارتباط هذه الألياف بالنخاع الشوكي.

أ - ضع بيانات الشكل (1) حسب الترتيب المعطى.

ب - حدد الخصائص البنيوية التي تميز كل نوع من هذه الألياف.

### 2 - يخضع هذا العصب الجلدي لتنبيه ذو شدة قوية،

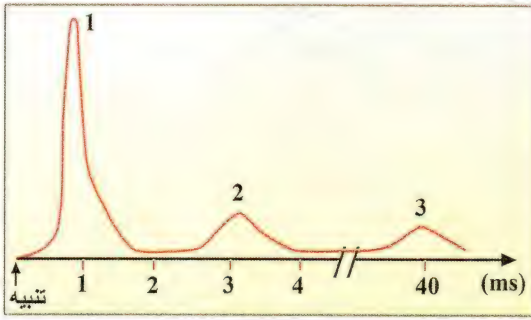
وتم تسجيل نشاطه الكهربائي على بعد

مسافة معينة من نقطة التنبيه بواسطة جهاز

الأسيلوسكوب، يمثل الوثيقة (2) التسجيل المحصل عليه.

- فسر النتيجة المحصل عليها.





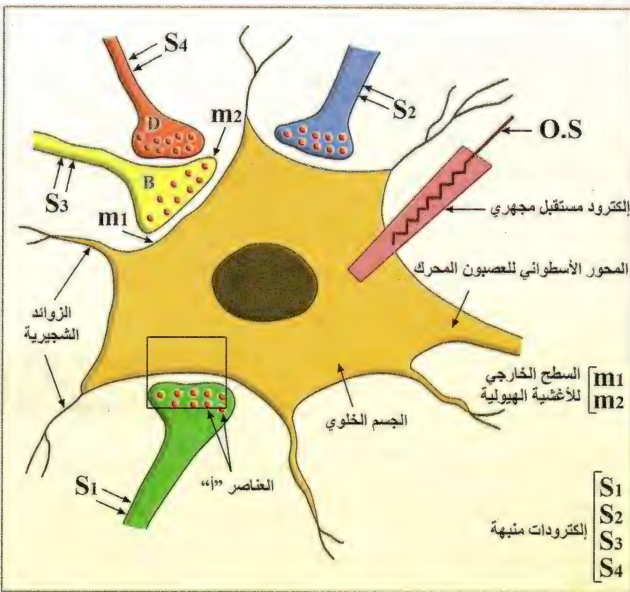
الوثيقة (2)

- 3 — لتحديد دور كل نوع من هذه الألياف العصبية، تم إخضاع العصب الجذلي السابق إلى تنبيهات ذات شدة متزايدة وجدول الوثيقة (3) يعطي ظروف ونتائج التجارب.
- أ — قارن بين عتبة تنبيه هذه الأنواع من الألياف.
- ب — حدد دور كل نوع من هذه الألياف.

شدة التنبيه	الألياف العصبية المنبهة	الإحساس الملحوظ
تنبيه ذات شدة ضعيفة	A	الإحساس باللمس
تنبيه ذات شدة متوسطة	B و A	الإحساس باللمس و ألم خاف (مطاق و متموضع)
تنبيه ذات شدة عالية	C و B و A	الإحساس باللمس و ألم مطاق متبوع بألم شديد ومنتشر (ألم متأخر)

الوثيقة (3)

### تقريب 36



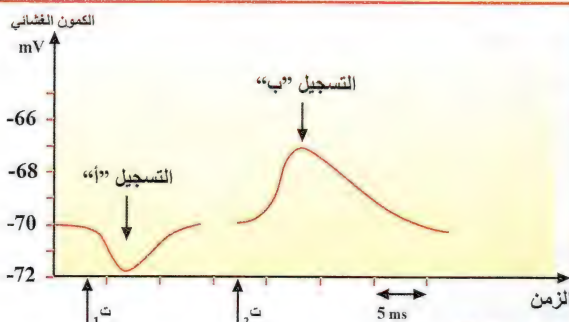
الوثيقة (1)

إن عصبونات المراكز العصبية للنخاع الشوكي كالعصبون الحركي الممثل في الوثيقة (1) تقوم بإدماج الرسائل العصبية من مصادر مختلفة وتؤمن هكذا إستجابات منسقة للأعضاء المنفذة.

- 1 — إن العصبون الحركي الممثل في الوثيقة (1) هو على اتصال مع نهايات محورية آتية من مستقبلات حسية أو عصبونات واصله (جامعة).
- ندخل إلكترود مجهري مستقبل في العصبون ونسجل النشاط الكهربائي له إثر تنبيهات فعالة، التنبيهات S1 ، S2 تكون منفصلة فتعطي التسجيلين أ، ب على التوالي من الوثيقة (2).
- حلل هذه التسجيلات واستنتج دور المشابك المعنية؟

- 2 — إن تنبيه فعال في S3 يسمح بالحصول على التسجيل "ج" من الوثيقة (3)، وأن تنبيه فعال في S3 و S4 في آن واحد أعطى التسجيل "د" من الوثيقة (3).

- حلل هذه التسجيلات واستنتج دور المشابك المعنية.
- 3 — لدينا مواد كمصدر للمبلفات العصبية تكون موسومة بمادة مشعة ونحقن في النهايات المحورية تسمح بتتبع بالتصوير الإشعاعي الذاتي المبلفات العصبية أثناء تنشيط المشابك.



الوثيقة (2)

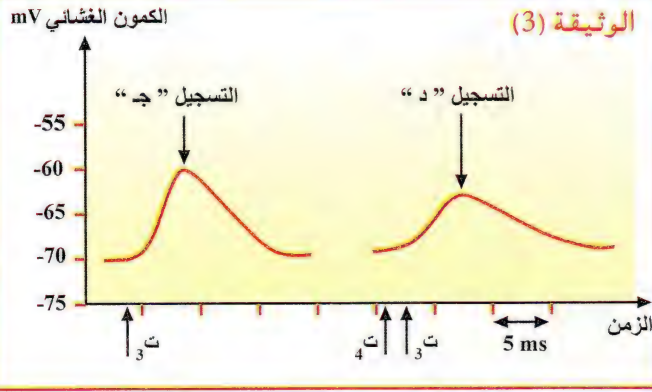
تجربتي

بواسطة: جواد

tajribaty.com

تجربتي

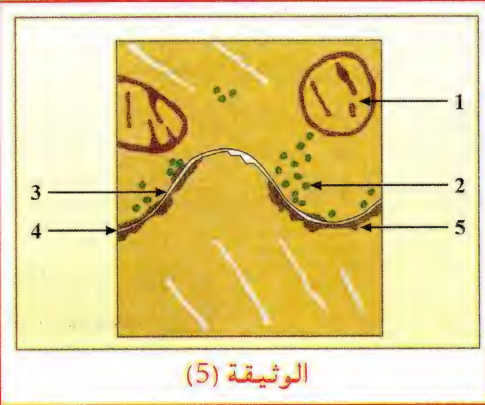




الوثيقة (4) تقدم النتائج المحصل عليها بعد رسم مبلغين الأستيل كولين (ACH) والغابا (GABA).

أ - استغل هذه النتائج لتحديد المبلغات العصبية في المشابك المعنية في هذا السؤال.  
ب - إنطلاقاً من نتائج الوثيقة (4)، اشرح آلية عمل المشابك B و D (أنظر الوثيقة 1).  
الوثيقة (5) هي رسم تخطيطي لصورة أخذت بالمجهر الإلكتروني لمنطقة مماثلة لتلك المؤطرة للوثيقة (1).

- ضع عنواناً للوثيقة ثم أكتب بياناتها حسب التقييم المعطى.

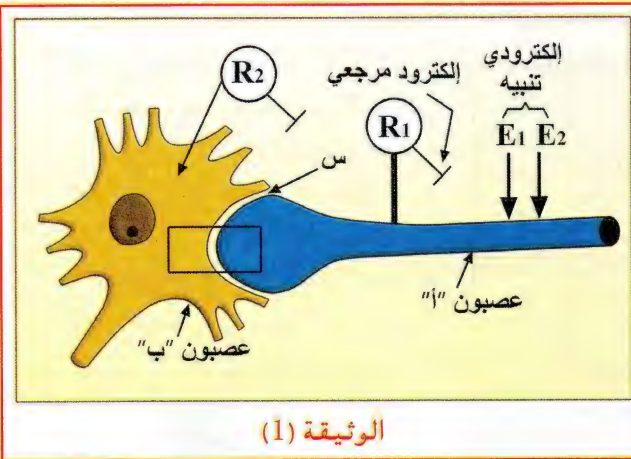


	التنبهات المحدث	الإشعاع في مستوى m1	الإشعاع في مستوى m2
بعد حقن المادة الأولية للـ AHC موسومة	S <sub>3</sub>	+	+
	S <sub>3</sub> ثم S <sub>4</sub>	+	-
بعد حقن المادة الأولية للـ GABA موسومة	S <sub>3</sub>	-	-
	S <sub>3</sub> ثم S <sub>4</sub>	-	+

- غياب الإشعاع + وجود الإشعاع ++ وجود هام للإشعاع

**الوثيقة (4)**

### تمرين 37



تتم آلية النقل المشبكي تجري مجموعة من التجارب على التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1).

1 - التجربة (1): بعد التنبيه بواسطة E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> نحصل على التسجيلين أ، ب من الوثيقة (2).

أ - سم التسجيلين أ، ب.  
ب - سمى أجزاء التسجيل (أ) حسب التقييم المعطى.  
ج - قارن بين التسجيلين أ، ب. ماهي الفرضية التي تضعها لتفسير الاختلاف بينهما.

2 - التجربة (2): نزيد من تركيز شوارد الـ Ca<sup>++</sup> في الوسط الخارجي خمسة أضعاف ما كانت عليه.

نتبه في E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> فنحصل على التسجيلين ج، د (الشكل 2 من الوثيقة 2) مع ملاحظة أنه بعد التنبيه مباشرة يزداد تركيز شوارد الـ Ca<sup>++</sup> داخل الخلية العصبية أ.

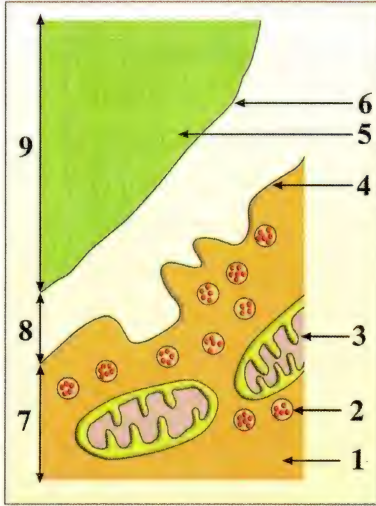
أ - ما هي الملاحظة التي يمكنك قولها فيما يخص التسجيلين المسجلين من قبل R1 في التجريبتين 1 و 2.  
ب - قارن بين التسجيلين المسجلين من قبل R2 في التجريبتين 1 و 2.

ج - من كل ما سبق ماذا تستنتج فيما يخص تأثير Ca<sup>++</sup> على كمن عمل الخلية العصبية (ب).

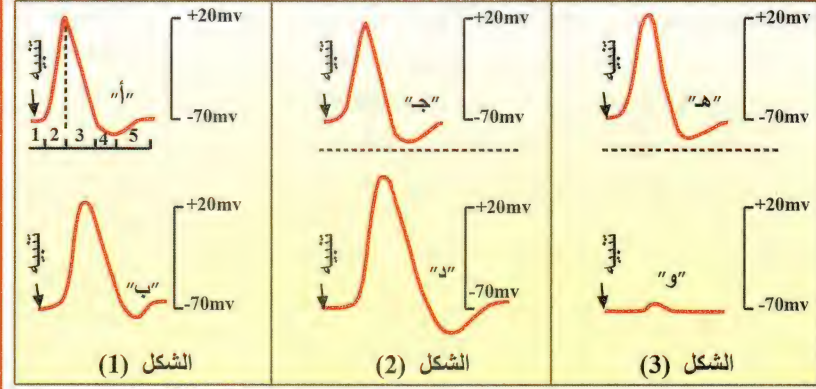
3 - التجربة (3): نضيف مادة الكورار في الحيز "س" من الوثيقة (1) ثم ننبه في E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> فحصلنا على التسجيلين هـ، و (الشكل 3 من الوثيقة 2).

- قارن بين التسجيلين أ، هـ وكذلك بين التسجيلين ب، و.





الوثيقة (3)



الوثيقة (2)

4 - إن الوثيقة (3) تظهر ما فوق بنية الجزء المؤطر من الوثيقة (1) قبل التنبيه.

أ - ماذا تمثل الأرقام من 1 إلى 9.

ب - ما مفعول شوارد الكالسيوم  $Ca^{++}$  على محتوى العنصر 2.

ج - وضع تأثير الكورار على النقل المشبكي.

5 - لخص بنص علمي مختصر المراحل الضرورية للحصول على التسجيل R2 من الشكل 1 (الوثيقة 2) أي في الظروف العادية.

## تمرين 38

أنجزنا رسماً تخطيطياً لما فوق البنية الخلوية لمنطقة الإتصال بين ليف عصبي وليف عضلي (الوثيقة 1).

1 - ضع البيانات حسب الترتيب المعطى. مع وضع عنوان مناسب لهذه الوثيقة.

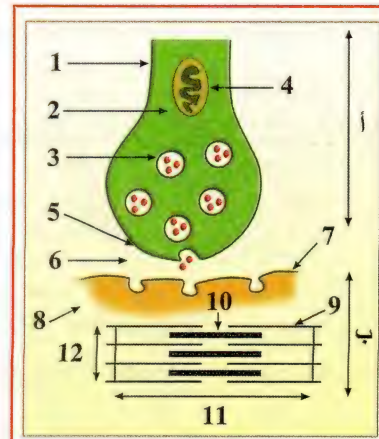
2 - نقوم بسلسلة من التجارب باستخدام منبه فعال والكترودي الإستقبال لجهاز الأوسيلوسكوب. إن التجارب والنتائج موضحة في جدول الوثيقة 2. - فسر هذه النتائج.

3 - وضع بنصوص علمية مع رسم تخطيطي آلية انتقال النبأ العصبي من العنصر (أ) إلى العنصر (ب).

4 - كم نوع من الإتصالات يوجد بين العناصر العصبية والعناصر الأخرى من حيث التبليغ؟ وضع ذلك باختصار.

رقم التجربة	التجربة	النتائج الملاحظة
1	تنبيه العنصر (أ) تنبيهها فعالاً	كمون عمل في كل من (أ) و(ب) ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
2	تنبيه العنصر (ب) تنبيهها فعالاً	كمون عمل في (ب) فقط مع ثبات في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
3	حقن محتوى العناصر (3) في مستوى المنطقة (6) من الوثيقة 1 من دون تنبيه	كمون عمل في (ب) فقط مع ثبات في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
4	حقن الأستيل كولين في مستوى المنطقة (6) من الوثيقة 1 من دون تنبيه.	كمون عمل في (ب) فقط مع ثبات في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
5	حقن شوارد الكالسيوم في مستوى المنطقة (2) من العنصر (أ).	كمون عمل في (ب) ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
6	حقن الكورار في مستوى المنطقة (6) ثم تنبيه العنصر (أ) تنبيهها فعالاً.	كمون عمل في (أ) ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
7	حقن الكورار ثم حقن محتوى العناصر (3) في نفس المنطقة (6) دون تنبيه.	عدم تسجيل كمون عمل وثبات في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.

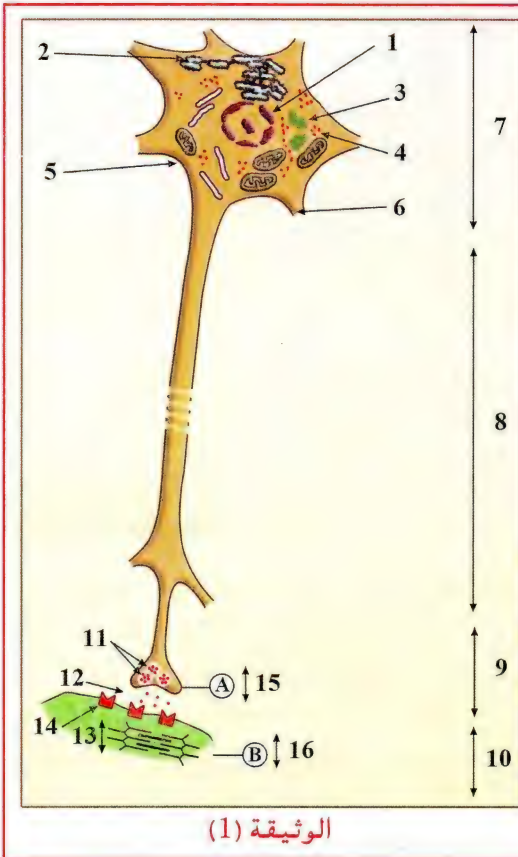
الوثيقة (2)



الوثيقة (1)



1 - لدراسة آلية إنتقال السيالة العصبية عبر المشابك نقوم بالتجارب التالية:



الوثيقة (1)

**التجربة الأولى:** نحدث تنبيهها فعلا في مستوى العنصر 5 من الوثيقة (1) فيسجل كمون عمل في جهاز الأوسيلوسكوب A و B حيث A يسبق B. مع تناقص في عدد العناصر 11 ثم تتشكل من جديد تدريجيا.

**التجربة الثانية:** ننبه على مستوى الغشاء الهيليولي للعنصر 16، فيسجل كمون عمل في (B) دون (A) ولا تتأثر العناصر 11 حيث يبقى عددها ثابتا.

**التجربة الثالثة:** نحقن محتوي العناصر 11 في المنطقة 12 بدون تنبيه يسجل كمون عمل في (B) دون (A) مع ثبات عدد العناصر (11).

**التجربة الرابعة:** حقن شوارد الـ  $Ca^{++}$  داخل العنصر 15 يؤدي إلى تسجيل كمون عمل في (B) دون (A) مع تناقص في عدد العناصر 11 ثم تشكلها تدريجيا.

**التجربة الخامسة:** نحقن في المنطقة 12 انزيم الأستيل كولين استيريز ثم نقوم بالتجربة الثالثة فلا يسجل أي كمون عمل لا في A ولا في B مع ثبات عدد العناصر 11.

**التجربة السادسة:** نحقن مادة الكورار الذي يشبه بنيته محتوي العناصر 11 ثم نقوم بالتجربة الثالثة. فلا نسجل أي كمون عمل مع ثبات عدد العناصر 11.

**التجربة السابعة:** نحقن محتوي العناصر 11 داخل هيليولي العنصر 16 فلا نسجل أي كمون عمل مع ثبات عدد العناصر 11.

أ - أكتب بيانات الوثيقة (1).

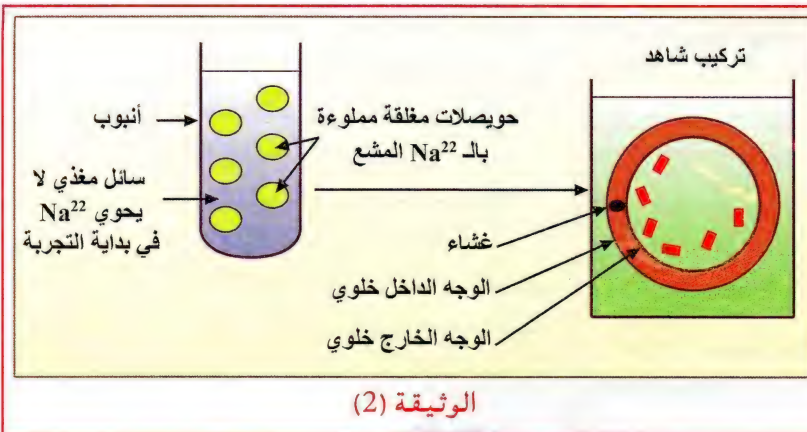
ب - فسر نتائج التجارب السابقة.

2 - إن جميع الأعضاء الكهربائية لسماك الرعاد Torpille كمجموعة لها نفس الدور الذي تلعبها اللوحة المحركة للعضلات الهيكلية لدى الفقريات وأن آليات نقل المعلومات من العنصر 15 إلى العنصر 16 من الوثيقة 1 تشبه نقل المعلومات من العنصر 15 إلى عضو كهربائي في سمك الرعاد.

نستخلص قطع من غشاء العنصر 16 والتي تكون غنية بالعناصر (14) ونكون منها حويصلات مغلقة. ثم توضع هذه الحويصلات في أوساط مغذية مناسبة تسمح بدراسة العناصر (14) المحمولة على الغشاء والخاصة بجزئيات محتوي العناصر (11).

نستعمل لهذا الغرض الـ  $Na^{22}$  المشع الذي نحبسه داخل هذه الحويصلات والتي لا يمكن خروجها إلا عن طريق قنوات مراقبة من طرف العناصر (14) من الوثيقة (2).

قياس الإشعاع في الوسط الذي يحوي الحويصلات يسمح بدراسة دور العناصر (14) في فتح قنوات الـ  $Na^{+}$



الوثيقة (2)



**التجربة:** نضيف للأنبوب الذي يحوي الحويصلات المملوءة بالـ  $Na^{22}$  مواد مختلفة ونقيس الإشعاع في الوسط الخارجي (السائل المغذي) في الأنبوب فحصلنا على النتائج التالية (الوثيقة 3):

التجربة	الشروط التجريبية	النتيجة
أ	عدم وجود محتوى العناصر 11	عدم ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
ب	وجود محتوى العناصر 11	ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
جـ	إضافة النيكوتين بكمية ملائمة	ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
د	وجود الكورار بكميات ملائمة + محتوى العناصر 11	عدم ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي

### الوثيقة (3)

- أ – ماذا تستخلص من مقارنة: "أ" مع "ب" ، "أ" مع "جـ" وما هو تعليلك لذلك؟  
 ب – كيف تكون نتيجة حقن النيكوتين بكمية ملائمة في المستوى 12 من الوثيقة 1؟  
 جـ – ماذا تستخلص من التجريبتين ب، د؟ علل إجابتك.

## تمرين 40

قصد التفسير الشاردي لكمون الراحة والعمل نقوم بمايلي :

1 – أجربنا سلسلة التجارب التالية :

الشوارد	التركيز بـ : $10^{-3}$ مول / لتر
سييتوبلازما المحور	ماء البحر
$K^{+}$	400
$Na^{+}$	50

**التجربة (1):** نغمر المحور الأسطوانى في ماء البحر الذي له تركيب شاردي مقارب لدم الكالمار، بعد معايرة شاردتي  $K^{+}$  و  $Na^{+}$  في كل من ماء البحر وسييتوبلازما المحور تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول التالي:

**التجربة (2):** نضيف إلى ماء البحر الصوديوم المشع، فسرعنا نلاحظ سييتوبلازما المحور أصبح مشعا، في حين لا نسجل أي تغيير في التراكيز الشاردية لكل من المحور والوسط المحيط (يبقى ثابتا كما في الجدول السابق).

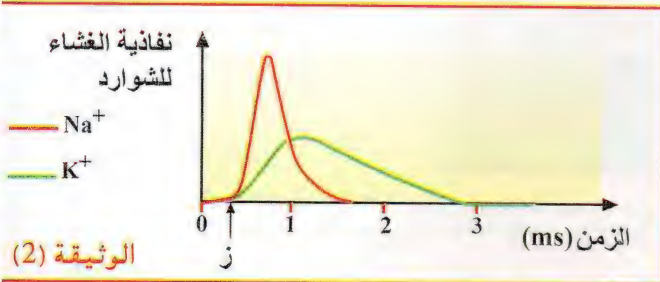
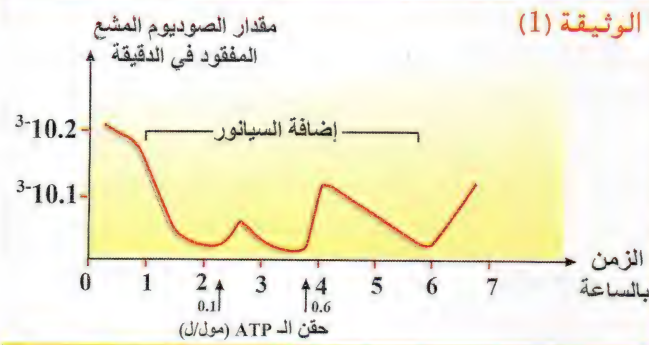
**التجربة (3):** نغمر محورا ثانيا ومشعا في وسط له نفس تركيب ماء البحر ولكن مجردا من البوتاسيوم فنلاحظ أن تركيز الصوديوم المشع داخل المحور يبقى ثابتا.

يعود هذا التركيز إلى قيمته الأصلية عند غمر هذا المحور مرة ثانية في وسطه الطبيعي.

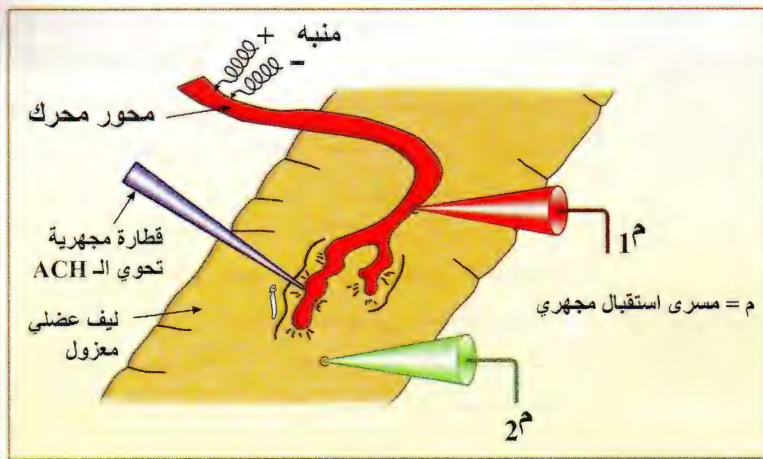
**التجربة (4):** نضيف مادة السيانونور إلى ماء البحر الذي غمر فيه المحور المشع بالصوديوم، ثم نحقن داخل هذا المحور كميات متغيرة من الـ ATP. (مادة السيانونور توقف عملية الفسفرة التأكسدية أي تمنع تركيب الـ ATP).

تمثل الوثيقة (1) النتائج المحصل عليها.  
 – حلل وفسر كل التجارب السابقة.

2 – تبين الوثيقة (2) التطور المقارن لنفاذية المحور للشاردتين  $Na^{+}$  و  $K^{+}$  في الشروط المماثلة والمحصل عليها لدى تسجيل الوثيقة (2) في الزمن ز.







الوثيقة (3)

بالإستعانة بهذه الوثيقة ومعلوماتك فسر حركة شاردتي  $Na^+$  و  $K^+$  التي تسمح بفهم كمن العمل.

3- أجريت دراسة على الليف العضلي التعزول والملتص بليفه العصبي. تبيين الوثيقة (3) الرسم التخطيطي المبسط للتركيب التجريبي للتعامل.

تلخص الوثيقة (4) التجارب والنتائج المحصل عليها.

النتائج	التجربة	سائل الوسط
	(1) تنبيه المحور المحرك	
	(2) وضع قطرة (ق1) من الأستيل كولين على غشاء الليف العضلي في - أ - ثم قطرة ثانية (ق2) أكبر من الأولى	ماء البحر
	(3) وضع قطرة (ق2) من الأستيل كولين على غشاء الليف العضلي المعالج بـ: ESERINE (مادة تمنع تفكك الأستيل كولين).	ماء البحر
	(4) نحقن داخل الليف العضلي في - أ - قطرة (ق2) من الأستيل كولين	ماء البحر
	(5) تنبيه المحور المحرك	ماء البحر من $Ca^{++}$
	(6) تنبيه المحور المحرك	ماء البحر + مادة سامة تغلق قنوات $K^+$ و $Na^+$

الوثيقة (4)

علق على كل التجارب السابقة، مستعينا بالمعلومات التي تقدمها لك هذه التجارب.



## 41 تمرين



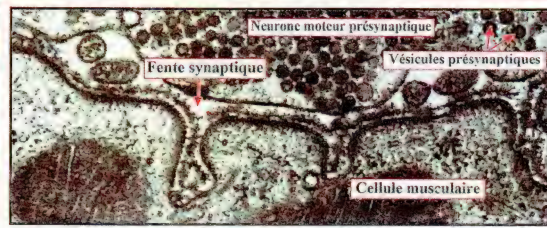
الوثيقة (1)

نجري سلسلة من التجارب على مستوى إتصال عصبي عضلي، ويستعمل لهذا الغرض التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1) التجارب والنتائج المحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة (2).













– من جهة أخرى تظهر الملاحظة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة الإتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة  $\alpha$ -Bungarotoxine – تمرکز هذه المادة كما هو مبين في الوثيقة (3) (النقاط الداكنة تمثل جزيئات مادة  $\alpha$ -Bungarotoxine).

1 – ما هي المعلومات التي تقدمها كل تجربة من التجارب (من 1 إلى 5) حول عمل الإتصال العصبي العضلي؟

2 – ما هي المعلومة المكملة التي تقدمها التجربة 6 من الوثيقة 2؟



الوثيقة (3)

رقم التجربة	التجارب	النتائج : الكمون المسجل	
		في ق1	في ق2
1	تنبيه المنطقة أ - تنبيهها فعلا		
2	نضع قطرة من الأستيل كولين على مستوى الإتصال العصبي العضلي		
3	ننزع $Ca^{+2}$ من منطقة الإتصال العصبي العضلي ثم نعيد التجربة (1)		
4	نحقن $Ca^{+2}$ داخل النهاية العصبية		
5	نعالج غشاء الليف العضلي بالايذيرين (مادة مثبّطة لإمالة الأستيل كولين) ثم نعيد التجربة (2)		
6	نحقن على مستوى الإتصال العصبي العضلي مادة $\alpha$ -Bungarotoxine (مادة سامة لها البنية الفراغية للأستيل كولين) ثم نعيد التجربة (1)		

الوثيقة (2)

## 42 تمرين

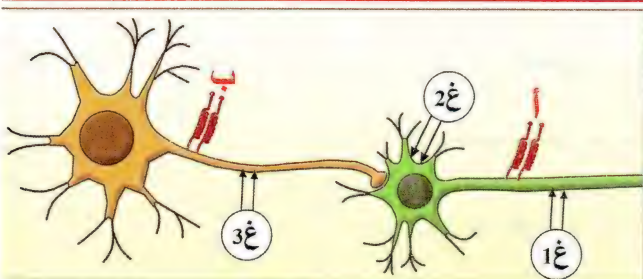
I – تسمح الوثيقة (1) بالتعرف على إتجاه إنتقال السيالة العصبية عبر سلسلة عصبونية.

1 – يؤدي التنبيه الفعال في (أ) إلى إستجابة تلاحظ في كل من المقياس الغلفاني (غ1)، (غ2) ولا تلاحظ في (غ3). ماذا تستنتج من ذلك؟

2 – يؤدي التنبيه الفعال في (ب) إلى إستجابة تلاحظ في المقياس الغلفاني (غ1)، (غ2) و (غ3). ماذا تستخلص من ذلك؟

II – للتعرف على آلية إنتقال السيالة العصبية في مستوى المشبك، أنجز التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (2).

سمح التنبيه الفعال في (م) من الحصول على التسجيلات (ت1)، (ت2) الممثلين في الوثيقة (3).

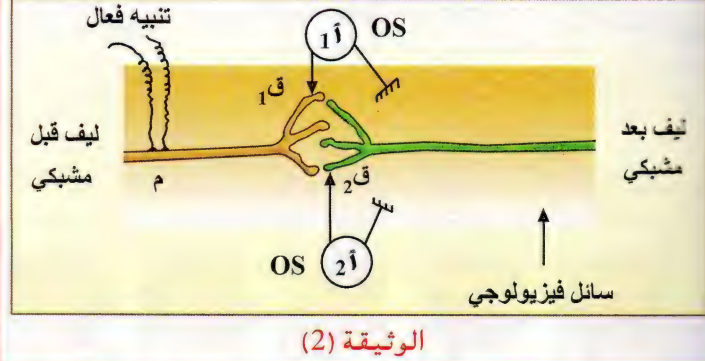
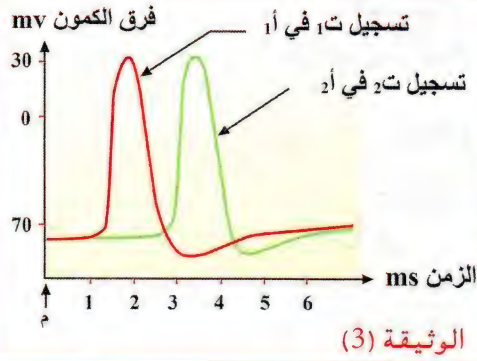


الوثيقة (1)

1 – ماذا تستخلص من هذا التسجيل علما بأن المسافة م 1 = م 2 وأن الألياف العصبية من نفس النمط؟

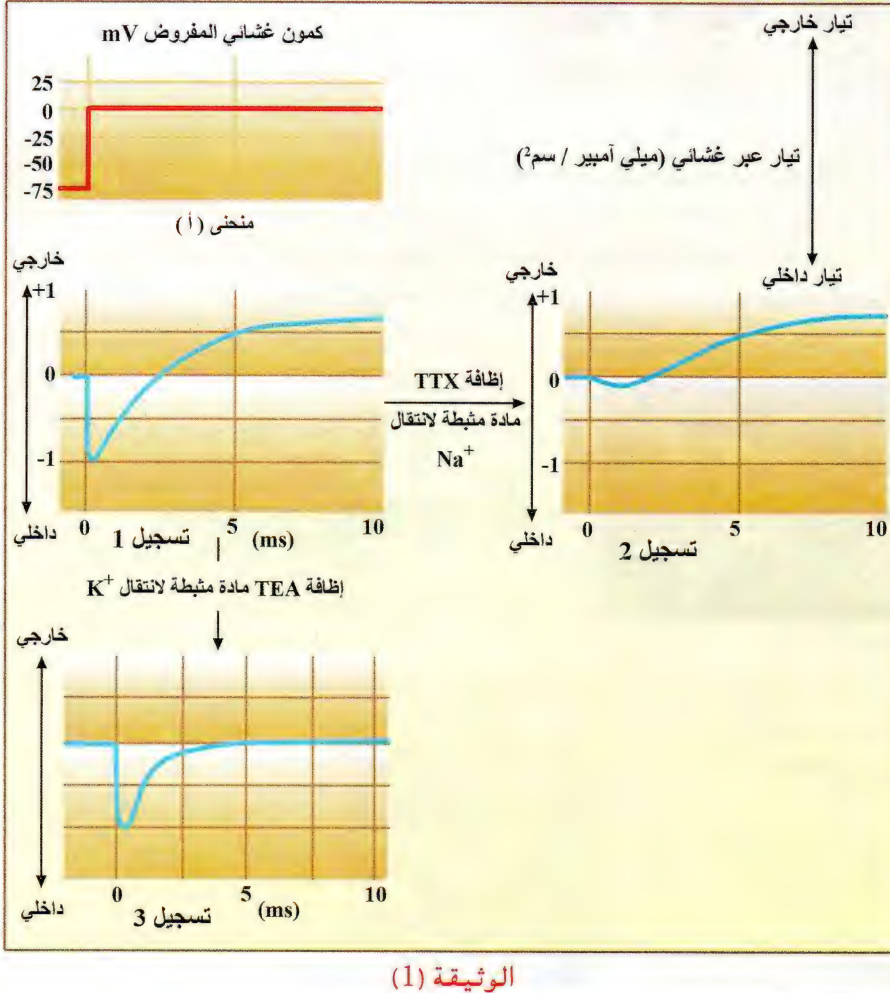
2 – ماذا تستخلص من كل ما سبق فيما يخص خواص المشبك الكيميائية؟





### تمرين 43

تعرف مصدر كمون العمل في الغشاء قبل المشبكي نقوم بما يلي:



1- تعزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكي الذي يحتوي على نوعين من القنوات بطريقة Patch Clamp ونخفضه لكمون إصطناعي مفروض يحول الكمون الغشائي إلى صفر مليفولط مثل ما هو مبين في المنحنى (أ) من الوثيقة (1)، ثم تسجل التيارات التي تعبر الغشاء ضمن ظروف معينة النتائج ممثلة في تسجيلات الوثيقة (1):

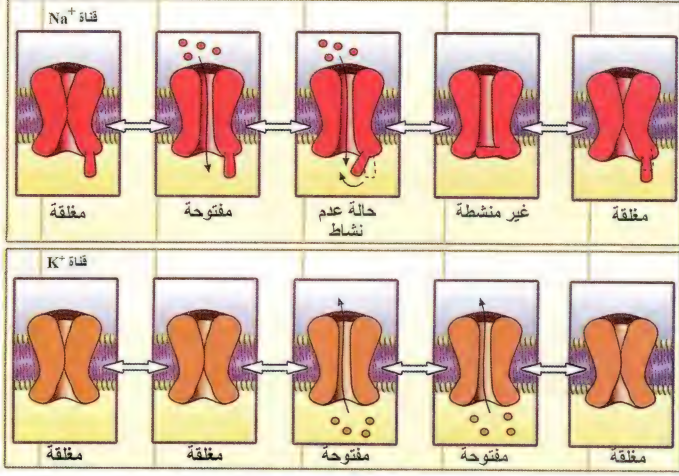
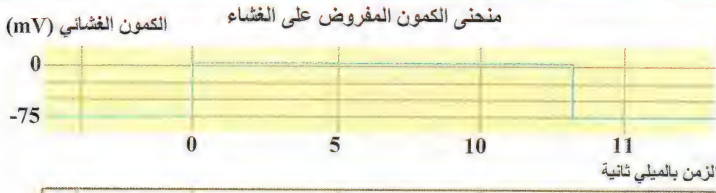
- التسجيل (1) حالة عادية، أثناء تطبيق الكمون المفروض.
- التسجيل (2) عند إضافة مادة مثبطة لانتقال  $Na^+$ .
- التسجيل (3) عند إضافة مادة مثبطة لانتقال  $K^+$ .

1 - حلل نتائج التسجيل 1.

2 - ما هي المعلومات المستخرجة بمقارنة التسجيلين 2 و 3 مع 1؟

3 - إذا علمت أن التيارات المسجلة تتم عبر قنوات فولتية، علل تسمية هذه القنوات اعتماداً على نتائج التسجيل 1 والمنحنى (أ)، ثم حدد أنواعها.





الوثيقة (2)

ب - لمعرفة آلية عمل القنوات المرتبطة بالفولطية، نقدم لك أشكال الوثيقة (2).

1 - بالإعتماد على أشكال الوثيقة (2) اشرح تأثير الكمون المفروض (المطبق) على هذه القنوات.

2 - هل نتائج الوثيقة (2) تعلق التسجيل 1 من الوثيقة (1)؟ وضع.

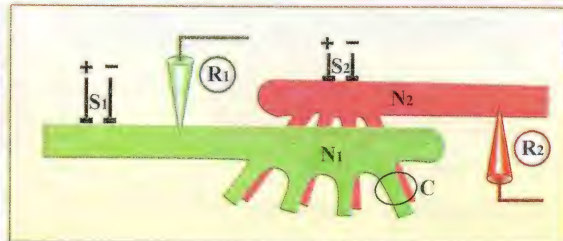
ج - إنطلاقاً من دراستك السابقة إستخرج إذن مصدر كمون العمل.

## تمرين 44

لدراسة بعض مظاهر آلية النقل المشبكي نقوم بسلسلة من التجارب.  
• يوضح الشكل (1) من الوثيقة (1) رسماً تخطيطياً لتركيب تجريبي للمشبك العملاق للكالمار والشكل (2) من نفس الوثيقة ما فوق بنية الجزء المؤطر C.



الشكل (2)



الشكل (1)

الوثيقة (1)

1 - سم بيانات الشكل (2).

2 - من أجل فهم بعض آليات عمل هذه البنية نقوم بإجراء مجموعتين من التجارب:

α - المجموعة الأولى من التجارب ونتائجها موضحة في الجدول المجاور.

أ - ماذا يمثل كل تسجيل من التسجيلين المحصل عليهما في التجربة 1.

ب - فسر نتائج التجربة 1.

ج - ماذا تستنتج من التجربة 2؟ علل إجابتك.

د - إعتامداً على معطيات الجدول ومعارفك فسر باختصار نتائج التجربة 3.

β - المجموعة الثانية من التجارب ونتائجها موضحة في الجدول الموجود في الصفحة الموالية :

الوسيط التجريبي	التجارب	التسجيلات المحصل عليها
1	تنبيه فعال في $S_1$	$R_1$ $R_2$
	تنبيه فعال في $S_2$	$R_2$
2	دون أي تنبيه وضع قطرة من الأسيتيل كولين في مستوى العنصر 3 من الشكل (2) من الوثيقة 1	$R_2$
	وضع قطرة الأسيتيل كولين داخل $N_2$	$R_1$ $R_2$
3	تنبيه فعال في $S_1$	$R_1$ $R_2$

تجربتي

بواسطة: جواد

tajirbatv.com



الوسيط التجريبي	التجارب	التسجيلات المحصل عليها
1 ماء البحر المجرد من $Ca^{++}$	تنبيه فعال في $S_1$	
2 ماء البحر	إحداث فوارق كمون تجريبية على مستوى $N_1$	
	قياس كمية شوارد الـ $Ca^{++}$ المتدفقة على مستوى $N_1$	
	تسجيل فرق الكمون على مستوى $N_2$	

(3) الوثيقة

## 45 تمرين

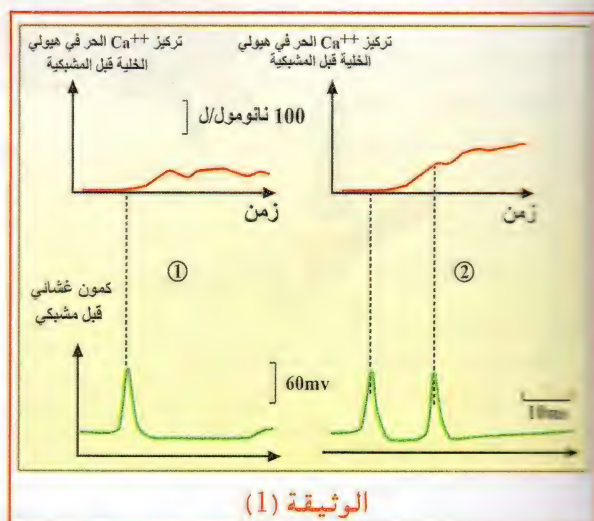
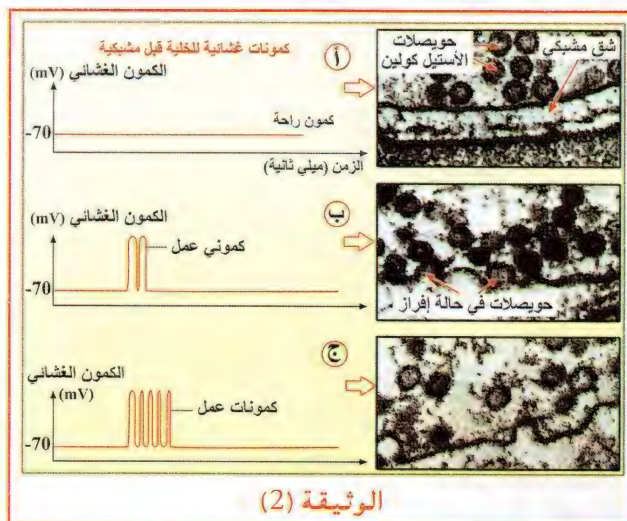
الرسالة العصبية في مستوى المشابك مشفرة على شكل تواترات كمون عمل في الغشاء القبل مشبكي وعلى شكل تراكيز للمبلغ العصبي في الشق المشبكي ثم من جديد مشفرة على شكل تواتر كمون عمل في العنصر البعد مشبكي، من أجل التوصل إلى كيفية الانتقال من نمط معين من الشفرات إلى نمط آخر في مستوى الشق المشبكي نقوم بالدراسة التالية:

أ - تسمح تقنية خاصة باستعمال التفلور بدراسة تغيرات تركيز شوارد الكالسيوم في هيولي النهاية قبل المشبكي بدلالة تواترات كمون العمل قبل المشبكي النتائج موضحة في منحنيات الوثيقة (1).

1 - باستغلال نتائج منحنيات الوثيقة (1) أوجد علاقة بين كمونات عمل الخلية قبل المشبكية وتركيز الكالسيوم في هيولتها.

2 - يحتوي الغشاء قبل المشبكي على بروتينات تدعى بقنوات الـ  $Ca^{++}$  الفولطية، باستعمال هذه المعلومة والكمونات الغشائية المبينة في الوثيقة (1)، فسر اختلاف تراكيز  $Ca^{++}$  في الخلية قبل المشبكية.

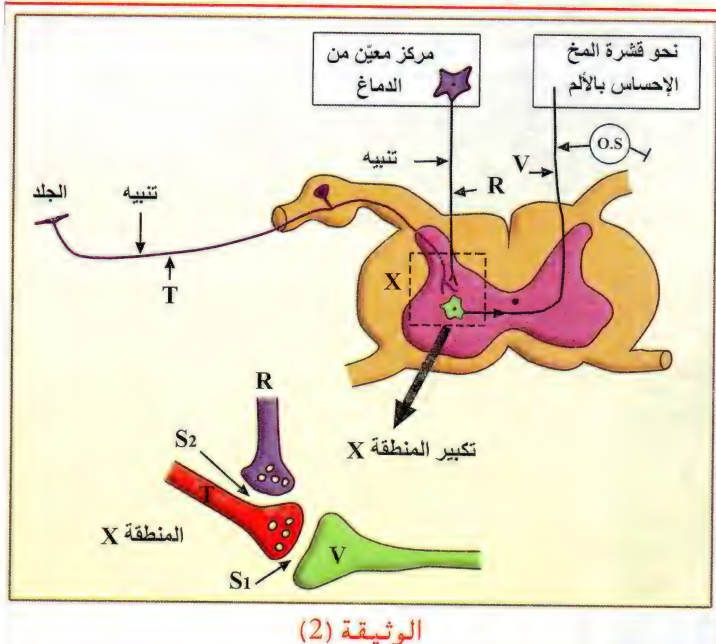
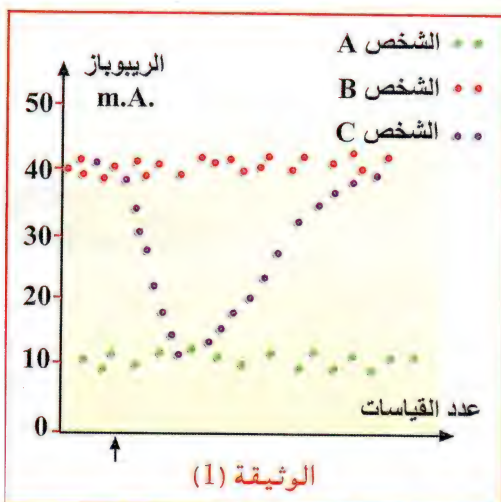
ب - سمحت ملاحظات المجهر الإلكتروني لمقاطع في مستوى المشابك إنشاء كمونات قبل مشبكية بتوضيح النتائج المبينة في الوثيقة (2).



1 - ما هي العلاقة بين التسجيل المحصل عليه في (أ) والصورة المقابلة له؟



- 2 - بالإعتماد على التسجيلات (ب و ج) والصورة المجهرية المقابلة لهما، ما هي العلاقة بينهما.
- 3 - بالإعتماد على النتائج المستخرجة من الوثيقتين (1 و 2) أربط بين ما يلي:
- تواترات كمون العمل قبل المشبكي.
  - القنوات الفولطية لشوارد الـ  $Ca^{++}$ .
  - إفراز الأستيل كولين في الشق المشبكي.
- 4 - تسمح النتائج المتوصل إليها في الوثيقة (2) من تفسير الانتقال من غط معين من الشفرات إلى غط آخر في مستوى المشابك إشرح ذلك؟
- ج -** بالاستعانة بالمعارف التي توصلت إليها، أنجز رسما وظيفيا كاملا لآلية النقل العصبي على مستوى المشابك الكيميائية ودور البروتينات في ذلك.



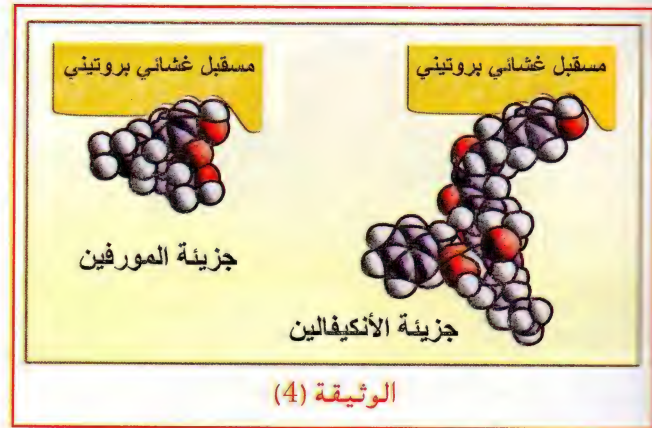
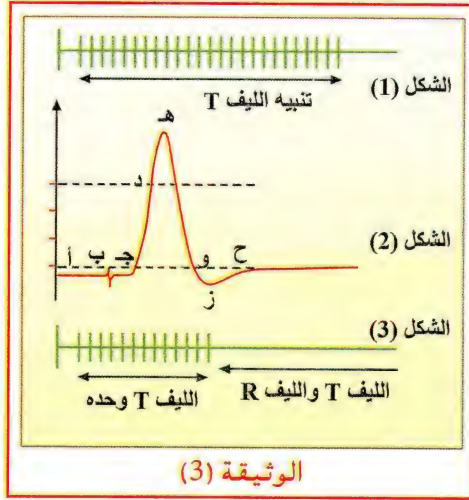
- 5- مكن التحليل الكيميائي الدقيق للمنطقة X المبينة في الوثيقة (2) من

- جـ - ماذا تمثل المادة P؟ وما هي آلية تدخلها في النقل العصبي؟



## التجربة (2):

- 5 - تنبيه الليف T كمرحلة أولى والليفين R و T في آن واحد كمرحلة ثانية فنحصل على تسجيل الشكل (3) من الوثيقة 3 و يلاحظ إنعدام الإحساس بالألم وعند فحص المنطقة X من الوثيقة 2 يلاحظ تزايد إفراز مادة تدعى الإنكيفالين في المنطقة S2 (نهاية الليف العصبي R) وتوقف إفراز المادة P على مستوى S1 خلال المرحلة الثانية. أ - ما هو تأثير الإنكيفالين على إفراز المادة P ؟  
ب - اقترح تفسيراً لحالة الشخص B المذكورة في الوثيقة 1.  
7 - إن أشكال الوثيقة 4 تمثل تثبيت جزيئتي الإنكيفالين والمورفين (مادة مخدرة لا يفرزها الجسم) على مستقبل غشائي بعد مشبكي من النوع المتواجد في المنطقة S2 من الوثيقة 3.  
- باستخدام معطيات الوثيقة 4 وإجابتك السابقة فسر استعمال مادة المورفين في الميدان الطبي.



## تمرين 47

المعرفة مصدر الكمون الغشائي (كمون الراحة) نقترح مايلي:  
نقوم بالتجربة التالية على مراحل:

### أ - المرحلة 1:

التركيز ميلي مول /ل	الوسط	
	وسط داخلي	وسط خارجي
$K^+$	210	210
$Na^+$	245	245

جدول (2)



الوثيقة (1)

التركيز ميلي مول /ل	الوسط	
	وسط داخلي	وسط خارجي
$K^+$	400	20
$Na^+$	50	440

جدول (1)



يظهر الجدولين (1 و 2) من الوثيقة (1)، نتائج قياس تركيز  $K^+$  و  $Na^+$  داخل وخارج خلوي، في شروط تجريبية مختلفة، بينما يظهر التسجيلين (1 و 2) تسجيلات كهربائية بجهاز الأسيلوسكوب أنجزت على محور أسطواني للكالمار (تسجيلات الجدول (2) أجريت على محور ميت).

1 - حلل نتائج الجدولين (1 و 2)، ماذا تستنتج؟

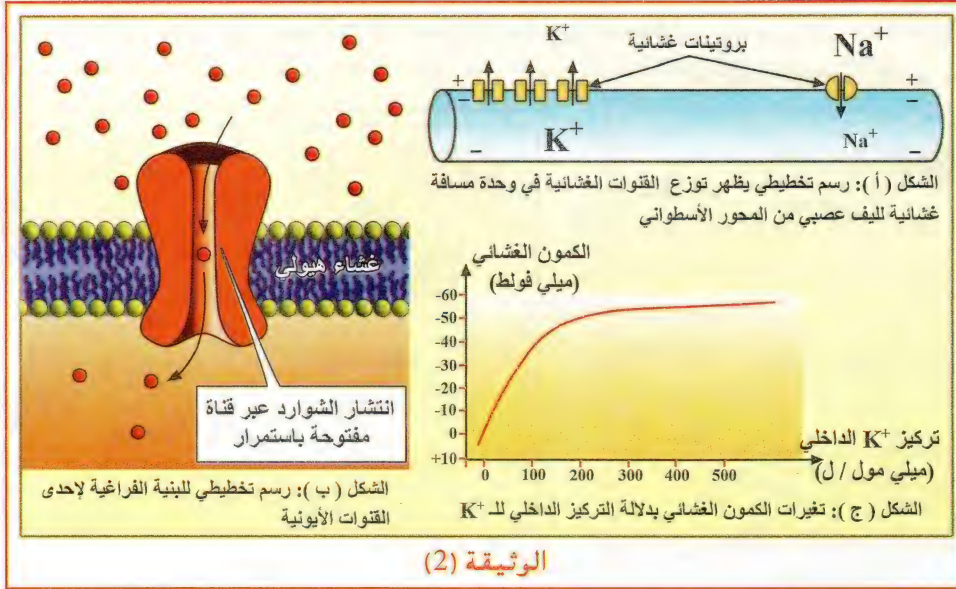
2 - علل التسجيلين (1 و 2) بالاعتماد على نتائج الجدولين؟



### 3 - ماذا تستنتج فيما يخص مصدر الكمون الغشائي في الخلايا الحية؟

#### ب - المرحلة 2:

سمحت نتائج تجريبية من إنجاز رسومات تخطيطية تبين العلاقة بين البروتينات الغشائية و شوارد  $K^+$  و  $Na^+$  [الشكلين (أ، ب) من الوثيقة 2]. أما الشكل (ج) من الوثيقة (2) فيبين نتائج تجريبية توصل إليها العلماء (Hodgkin-Baker-Stark) بعد تفريغ المحتوى الهيليولي لمحور أسطواني وتعويضه بمحلول متساوي التوتر، يحقن بعد ذلك المحور بشوارد  $K^+$  بتركيز متزايدة مع المحافظة على تركيز ثابت لشوارد  $K^+$  خارج المحور.



#### الوثيقة (2)

- 1 - قارن بين توزيع القنوات الغشائية لـ  $K^+$  و  $Na^+$  في وحدة المساحة، ماذا تستنتج؟
- 2 - هل تسمح لك النتيجة المحصل عليها والمستخرجة من الشكل (أ) في الوثيقة (2) من تأكيد أن ناقلية شوارد  $K^+$  أكبر من ناقلية شوارد  $Na^+$ ، علل؟
- 3 - بالاعتماد على الشكل (ب) من الوثيقة (2)، بماذا تمتاز هذه القنوات مقارنة بالأنواع الأخرى من القنوات؟
- 4 - حلل منحنى الشكل (ج) من الوثيقة (2)، ثم استنتج المعلومة الإضافية التي يقدمها لك فيما يخص منشأ كمون الراحة؟

### II - تفسير النتائج التجريبية السابقة والملاحظة في الجدول (1) من الوثيقة (1) فيما يخص توزيع الشوارد

على جانبي الغشاء الهيليولي للألياف العصبية الحية وكمون الراحة نحقق التجارب التالية:

**التجربة 1:** يوضع ليف عصبي للكالمار في وسط فيزيولوجي به  $Na^+$  مشع وتركيزه مماثل للوسط الخارجي من الجدول (1) من الوثيقة (1). وبعد مدة ينقل إلى وسط ذو  $Na^+$  غير مشع (مراحل التجربة ونتائجها مثلة في الشكل (1) من الوثيقة (3)).

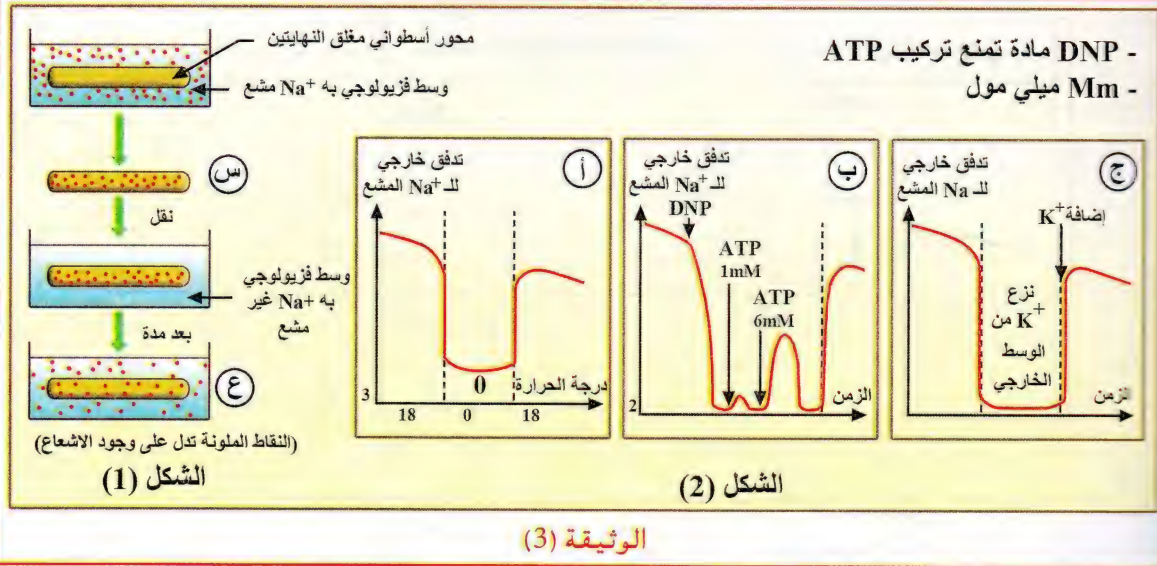
**التجربة 2:** نحقق ليف عصبي للكالمار بكمية قليلة من  $Na^+$  المشع (حتى لا يؤثر على التراكيز الطبيعية) ثم نضعه في وسط فيزيولوجي ذو  $Na^+$  غير مشع، ونعاير سرعة تدفق الـ  $Na^+$  المشع إلى الوسط الخارجي (الشروط التجريبية ونتائجها مثلة في منحنيات الشكل (2) من الوثيقة (3)) في الصفحة الموالية.

- 1 - يبقى تركيز  $Na^+$  داخل الليف العصبي ثابتاً رغم النتائج الملاحظة في (س) من الشكل (1) كيف تفسر ذلك؟
- 2 - هل النتائج الملاحظة في (ع) من الشكل (1) من الوثيقة (3) تؤكد ما توصلت إليه عند إجابتك على السؤال 1. وضع؟

3 - باستغلال نتائج المنحنى (أ) حدد الطبيعة الكيميائية للعناصر المسؤولة على ظهور النتيجة المتوصل إليها (ع) من الشكل (1)، علل إجابتك.

4 - ما هي المعلومات الإضافية التي تقدمها نتائج المنحنيين (ب و ج) من الشكل (2) من الوثيقة (3) فيما يخص شروط عمل هذه العناصر؟ علل.

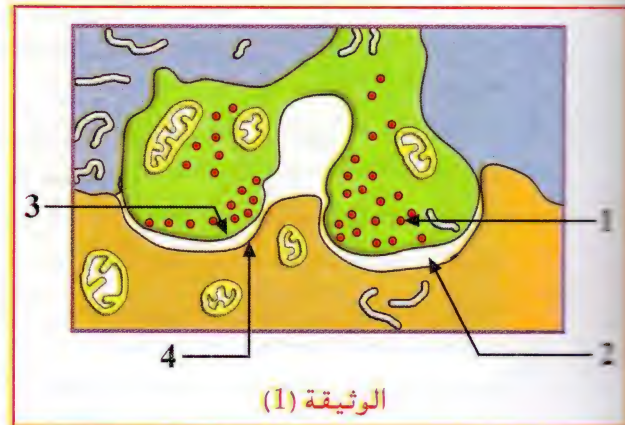
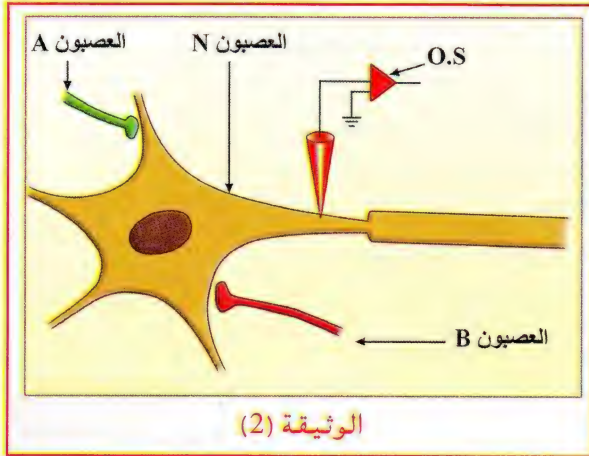




III - وضع برسم تخطيطي وظيفي عمل مختلف البروتينات الغشائية أثناء كمون الراحة و كيفية المحافظة عليها.

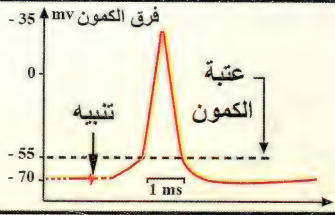
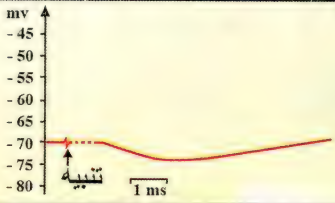
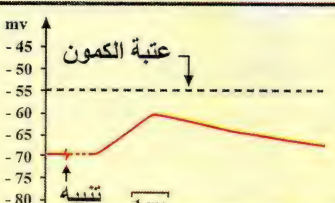
## تقريب 48

- تريد في هذه الدراسة التوصل إلى بعض مظاهر فيزيولوجية المشبك.
- تمثل الوثيقة (1) مشبك على مستوى أحد المراكز العصبية.
- ضع البيانات حسب التقييم.
- لدينا التركيب التجريبي (الوثيقة 2) نجري التجريبتين التاليتين حيث شدة التنبيه أكثر من العتبة وهي متماثلة في التجريبتين.

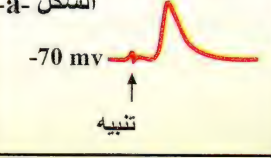
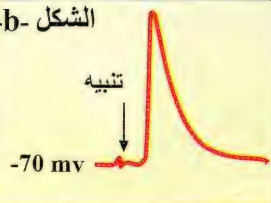


- التجربة 1: هي ونتائجها موضحة في جدول الوثيقة (3).
- أ - ما قيمة فرق كمون العصبون N.
- ب - سم التسجيلات المحصل عليها وحدد سعتها.
- ج - حدد مما سبق نوع المشبك بين العصبونين A و N ثم بين N و B.
- التجربة 2: مراحلها ونتائجها مسجلة في جدول الوثيقة (4).
- د - ماذا تستخلص فيما يخص دور شوارد  $\text{Ca}^{++}$ ؟
- هـ - وضع باختصار كيف يتم توليد كمون عمل في العنصر البعد مشبكي عند تنبيه العنصر القبل مشبكي.



التجربة	النتيجة المسجلة بواسطة O.S على مستوى العصبون N
تنبيه العصبون A	الشكل - أ - 
تنبيه العصبون B	الشكل - ب - 
تنبيه العصبون A و B في آن واحد	الشكل - ج - 

الوثيقة (3)

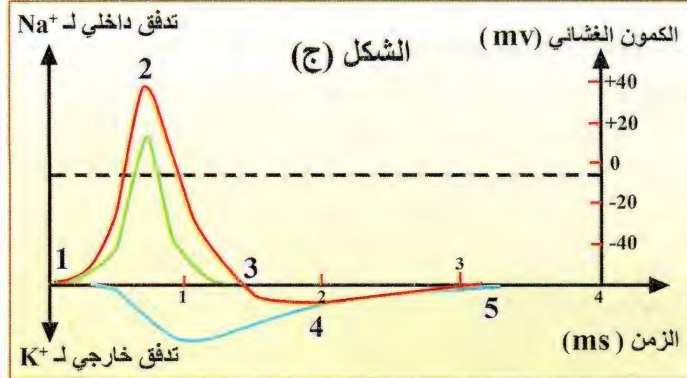
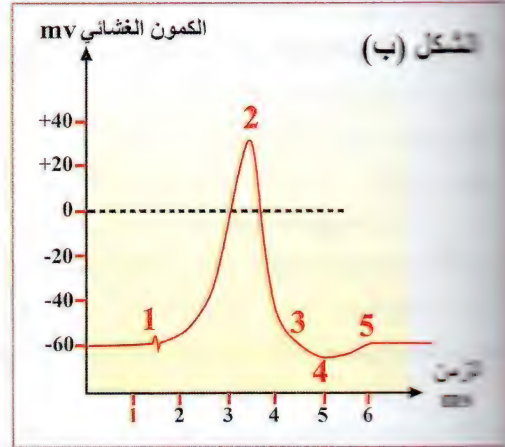
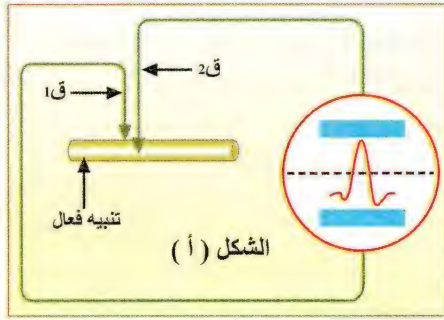
المرحلة	النتيجة	ما يلاحظ على جهاز الـ O.S
1 - حقن كمية ك من شوارد الـ $Ca^{++}$ في الحيز المشبكي بين الخليتين A و N مع إحداث تنبيه فعال للعصبون A	إزدياد في تركيز شوارد الـ $Ca^{++}$ داخل العصبون A مع نقص في عدد الحويصلات المشبكية	الشكل -a- 
2 - حقن كمية 5= ك من شوارد الـ $Ca^{++}$ في الحيز المشبكي بين العصبونين A و N مع تنبيه فعال للعصبون A	إزدياد أكثر لشوارد الـ $Ca^{++}$ داخل العصبون A ونقص أكثر لحويصلاتها المشبكية	الشكل -b- 

الوثيقة (4)

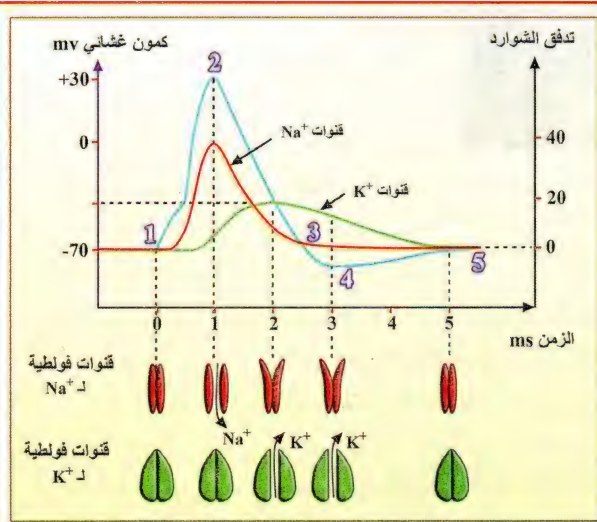
## 49 تمرين

- أ - إن الشكل (أ) من الوثيقة (1) يمثل رسماً تخطيطياً للتركيب التجريبي الذي يسمح بالتسجيلات الكهربائية في الليف العصبي، بينما يمثل الشكل (ب) المنحنى المسجل على شاشة الجهاز في الشكل (أ)، أما منحنيات الشكل (ج) فتتمثل تغيرات الكمون الغشائي وناقلية كل من  $Na^+$  و  $K^+$  نتيجة تنبيه فعال للليف العصبي. بالإعتماد على معلوماتك السابقة ومعطيات الوثيقة (1).
- 1 - سم الأجزاء الملاحظة في الفواصل الزمنية (0 - 1,5)، (1,5 - 6) ميلي ثانية من التسجيل ب.
  - 2 - إعتماداً على الشكل (ج) فسر الشكل (ب) معتمداً على الظواهر الكيميائية؟
  - 3 - إذا علمت أن التغيرات الشاردية الملاحظة أثناء تسجيلات الشكل (ج) تعود إلى تدخل قنوات فولطية نوعية، إستخرج نوع هذه القنوات معللاً إجابتك.





الوثيقة (1)



توضيح دور القنوات الفولطية (القنوات الممبوبة كهربائياً) في تسجيل الكمونات الغشائية نقدم لك معطيات الوثيقة (2).

1 - أوجد علاقة بين القنوات الفولطية والأجزاء (1 و 2) (2 و 3) الملاحظة في كل كمون غشائي.

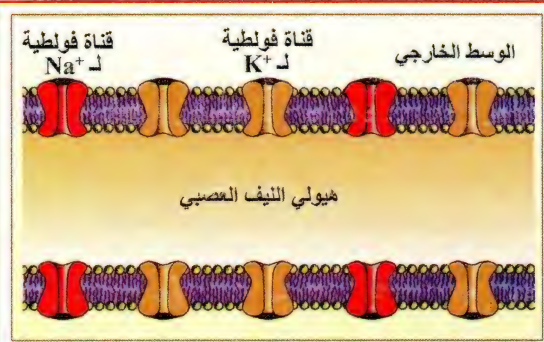
2 - بالاعتماد على أشكال الوثيقة (2) إشرح الجزء الممثل لـ (3 و 4) الملاحظ في كل كمون غشائي.

3 - قدم تفسيراً لعودة إستقرار كمون الراحة المبين في (5) من منحنيات التسجيلات السابقة.

إستخراج شروط تسجيل كمون عمل وانتشاره حتى مستوى النهاية العصبية قبل المشبكية نقدم لك النتائج التجريبية التالية:

- تبيين الوثيقة (3) نتائج تسجيلات كهربائية أنجزت على ليف عصبي معزول بعد تنبيهه بعدة تنبيهات

متزايدة الشدة، أما الوثيقة (4) فتوضح توزع القنوات الفولطية على طول غشاء اليف العصبي عديم النخاعين.





1 - حلل نتائج تسجيلات الوثيقة (3)، ماذا تستنتج؟

2 - يتم إنتشار السائلة العصبية عند تنبيه الليف العصبي بتطبيق الشدتين ش3 أو ش4. إشرح بإختصار كيف تنتشر السائلة العصبية معتمدا على معطيات الوثيقة (4).

د - بين برسم على المستوى الجزيئي دور البروتينات الغشائية لليف العصبي أثناء كمون الراحة و العمل؟

## تمرين 50

نريد في هذه الدراسة معرفة مصدر كمون العمل في الغشاء البعد مشبكي و من أجل ذلك نقوم بما يلي:  
أ - ينتقل كمون العمل من الخلية قبل مشبكية إلى الخلية بعد مشبكية بفضل مبلغات كيميائية مثل الأستيل كولين. التجارب التالية تبين مقر تأثيرها والتغيرات الناجمة عنها.

**التجربة 1:** لمعرفة مقر تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك نحقن منطقة الإتصال العصبي بمادة Bungarotoxine -  $\alpha$  مشعة مستخلصة من الثعبان.

تمثل الوثيقة (1) صورة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة الإتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة Bungarotoxine - مشعة والمحصل عليها بالتصوير الإشعاعي الذاتي.

1 - ضع البيانات من 1 إلى 6.

2 - علل ظهور وتمركز الإشعاع (المناطق الداكنة) في العنصر 4 من الوثيقة (1).

3 - إذا أعدنا التجربة السابقة بحقن Bungarotoxine -  $\alpha$  ثم نحقن الأستيل كولين في الشق المشبكي فإننا لا نسجل كمون عمل في الخلية بعد المشبكية، بينما نسجل كمون عمل في غياب السم في تجربة مماثلة.

- ما هي المعلومة المستخرجة من نتائج هذه التجربة؟

4 - علل سبب شلل فرائس الثعبان المحقونة بالـ Bungarotoxine -  $\alpha$  إنطلاقا من النتائج السابقة.

**ب - التجربة 2:** إن معاملة الغشاء بعد المشبكي بأجسام مضادة مفلورة حمراء لمستقبلات الأستيل كولين (ACH) نلاحظ ظهور الفلورة على الغشاء الهيولي للعنصر بعد المشبكي.

- هل تستطيع هذه التجربة أن تؤكد لك المعلومة السابقة؟ علل.

**ج -** لمعرفة مصدر النبضات الكهربائية نقوم بالتجربة التالية :

لونبهنا الغشاء قبل مشبكي بتنبيهات متزايدة الشدة ثم نقوم بتسجيل التيارات المتولدة على مستوى جزء م الغشاء البعد مشبكي المعزول بتقنية الـ Patch Clamp، نلاحظ ازدياد سعة التيارات بازدياد شدة المنبه، نف الشيء لو استخدمنا الأستيل كولين (ACH) بتركيز متزايدة.

المعطيات التجريبية	النتائج
قيل إضافة الأستيل كولين للوسط	انعدام الإشعاع في الوسط
إضافة الأستيل كولين للوسط بكميات متزايدة	ظهور الإشعاع بكميات متزايدة في الوسط

وسط عديم  $\text{Na}^+$  المشع  
حويصلات بها  $\text{Na}^+$  المشع  
بداية التجربة

**الوثيقة (2)**

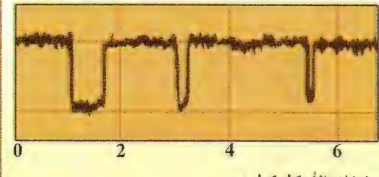
1 - حلل هذه النتائج، ماذا تستنتج فيما يخص مصدر النبضات الكهربائية.

2 - نعزل قطع من غشاء بعد مشبكي التي تتحوصل تلقائيا ثم نحقنها بشوارد  $\text{Na}^+$  المشع ونضعها في وسط ملائم لا يحتوي على شوارد  $\text{Na}^+$  المشعة.

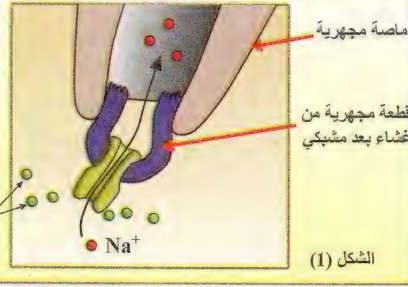
الوثيقة (2) تبين المعطيات التجريبية ونتائجها.



حقن الأسيتيل كولين  $2\mu M$

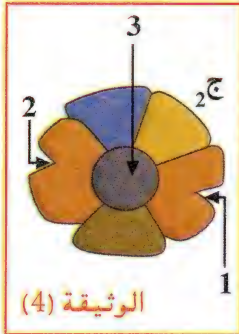


الشكل (2)



الشكل (1)

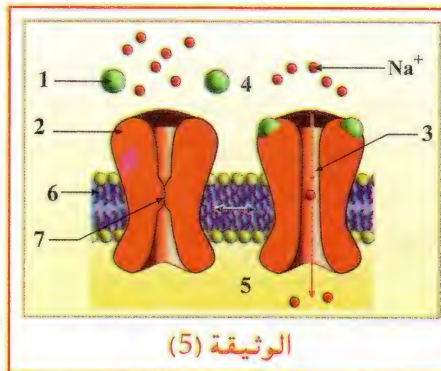
### الوثيقة (3)



الوثيقة (4)

بالربط بين نتائج الوثيقة (2) والشكل (1) من الوثيقة (3) إشرح مصدر نبضات التيار المسجلة في الشكل (2) من الوثيقة (3).

تمثل الوثيقة (4) شكل تخطيطي لمنظر علوي لمستقبل الأسيتيل كولين (ACH).



الوثيقة (5)

قارن بين القنوات المتعلقة بالفولطية والمرتبطة بالكيمياء من حيث الموقع والتحكم في إنفتاحها.

## تمرين 51

اتصل إلى معرفة أنواع المشابك المتصلة بالعصبون المحرك نقوم بالدراسة التالية:

يتمثل الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (1) على التوالي صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لمشابك، ورسم تخطيطي لبعض منها.

إطلاقاً من معطيات شكلي الوثيقة (1) قدم تعريفاً للمشبك بعد وضع البيانات.

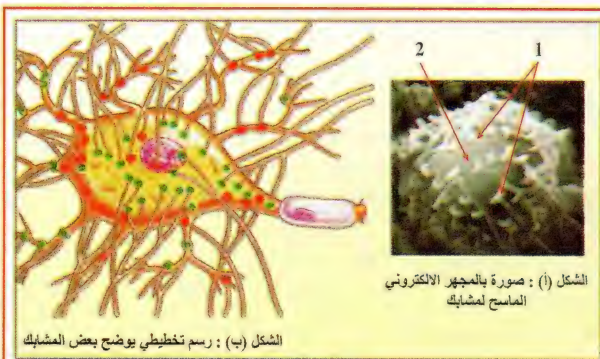
أ - لمعرفة أنواع المشابك المتواجدة في الشكل (أ) تحقق التجارب التالية:

**التجربة 1:** تمثل الوثيقة (2) نهايات عصبية تتم فصل مع نفس الجسم الخلوي لعصبون محرك، بينما يمثل جدول الوثيقة (3) التسجيلات المسجلة بعد تنبيه فعال في 1 و 2.

1 - قارن بين التسجيلات الناتجة من التنبيه الأول والثاني من الوثيقة (3)، ماذا تستنتج؟

2 - يدعى التسجيل الملاحظ في ج 1 إثر تنبيه 1 بكمون بعد مشبكي تنبيه PPSE بينما التسجيل الملاحظ في ج 1 والناتج من التنبيه 2 فيدعى بكمون بعد مشبكي تثبيطي PPSI. علل.

3 - بناء على التسجيلات السابقة استخرج نوع المشبكين (أ و ب) من الوثيقة (2)؟

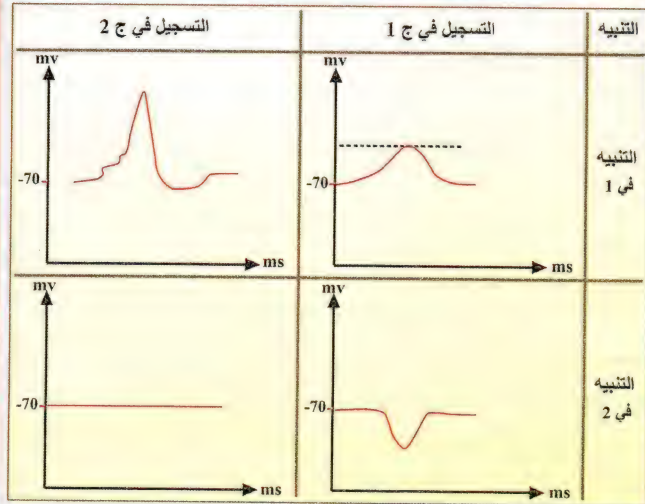


الوثيقة (1)

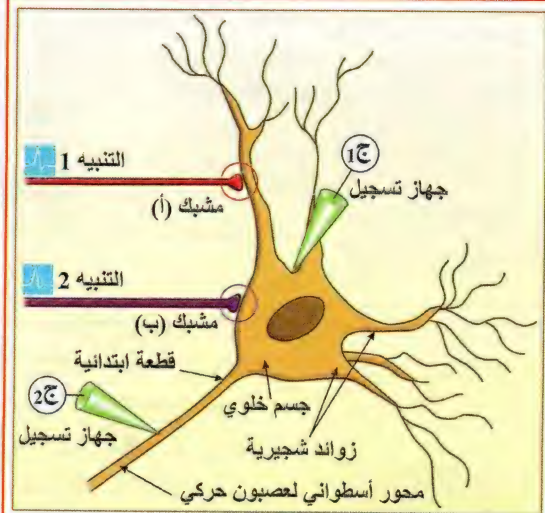
الشكل (أ): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لمشابك

الشكل (ب): رسم تخطيطي يوضح بعض المشابك

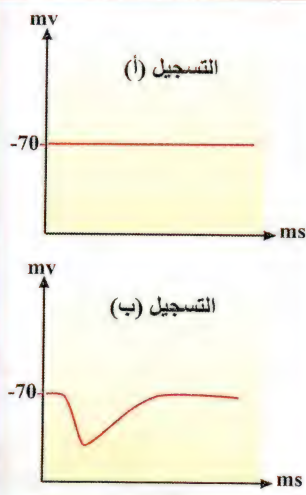




(3) الوثيقة

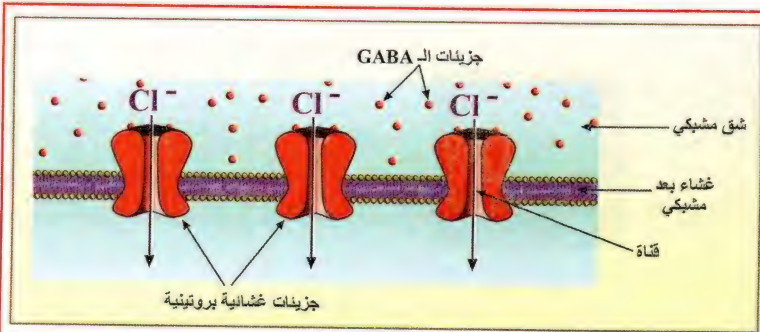


(2) الوثيقة



(4) الوثيقة

- β - التجربة 2 : لمعرفة ميزة المشبك (ب) مقارنة بـ (أ) وتعليل التسجيل الملاحظ في ج 1 إثر تنبيه 2 ندرس النتائج التجريبية التالية:
- حقن مادة الـ GABA في الحيز المشبكي للمشبك (أ) وبدون التنبيه في 1 فيسجل الجهاز ج 1 التسجيل (أ) من الوثيقة (4).
  - حقن مادة الـ GABA في الحيز المشبكي للمشبك (ب) وبدون التنبيه في 2 فيسجل الجهاز ج 1 التسجيل (ب) من الوثيقة (4).
  - بين التحليل الكيميائي للحيز المشبكي (ب) من الوثيقة (2) أثناء الراحة غياب مادة GABA وتواجد شوارد الـ  $Cl^-$  بنسبة عالية بينما عند التنبيه في 2 من الوثيقة (2) فتظهر مادة الـ GABA في الحيز المشبكي (ب) وتتناقص نسبة شوارد الـ  $Cl^-$ .
  - سمحت دراسات أنجزت على الغشاء بعد مشبكي للمشبك (ب) تواجد جزئيات غشائية بروتينية تحتوي على مواقع تثبيت للـ GABA. الوثيقة (5) تبين رسم تخطيطي لهذه الجزئيات في وجود الـ GABA.

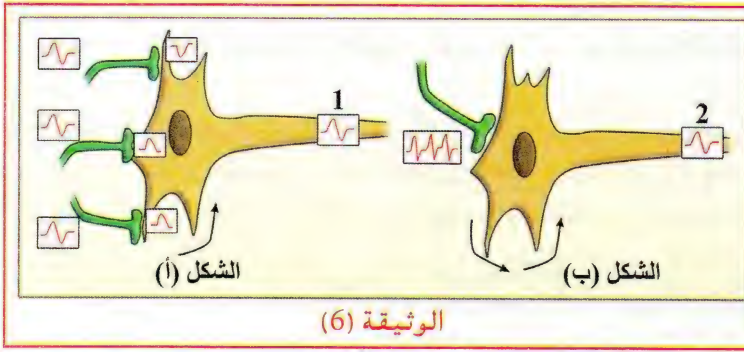


(5) الوثيقة

- 1 - ماذا تستنتج من مقارنة (أ) و (ب) من الوثيقة (4)؟
  - 2 - إنطلاقاً من المعطيات السابقة قدم تفسيراً للتسجيل (ب)؟
  - 3 - بالربط بين المعطيات السابقة و بالإستعانة بالوثيقة (5) ومعلوماتك وضح بواسطة رسم تخطيطي وظيفي آلية عمل المشبك (ب) أثناء التنبيه في 2.
- ج - لكن كيف يكون التأثير حالة وصول كمونات متتالية في نفس الوقت من نفس العصبون القبل مشبكي أو من عصبونات قبل مشبكية مختلفة؟



إن الشكّلين (أ و ب) من الوثيقة (6) يمثّلان وصول عدّة كمونات قبل مشبكية إلى الخلية البعد مشبكية.



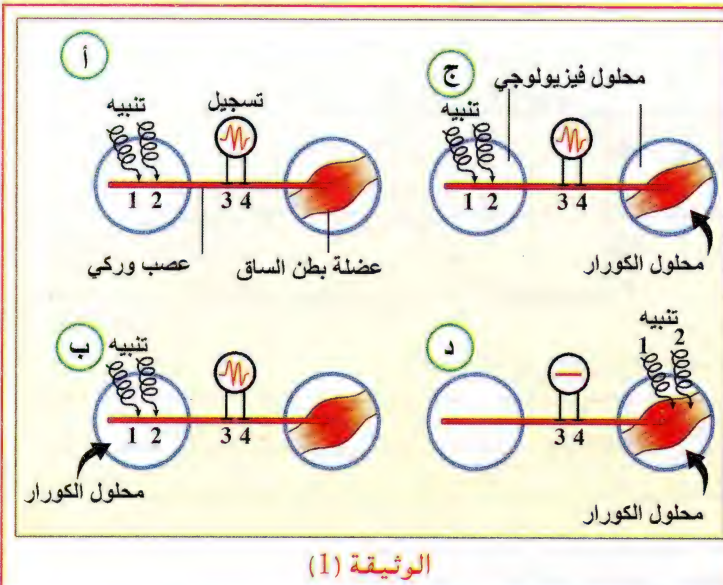
1 - حدّد نوع المشبك المتصل بالخلية بعد المشبكية في الشكّلين (أ و ب) من الوثيقة (6).

2 - حدّد مصدر الكمونين 1 و 2 المسجلين في المحورين الأسطوانيين للخليتين بعد المشبكيتين من الشكّلين (أ و ب)؟

3 - للعصبون بعد مشبكي القدرة على تجميع الكمونات التي تصل إليه في

نفس الوقت إما تجميعاً فضائياً (حالة الشكل أ) أو تجميعاً زمنياً (حالة الشكل ب). بالاعتماد على هذه المعطيات وشكلي الوثيقة (6) استخرج الاختلاف بين التجمع الزمني والتجمع الفضائي.

## تمرين 52



حلّ عضلة فخذ الضفدع مع العصب المتصل بها. تضع العضلة في زجاجة ساعة والجزء الأخير من العصب في زجاجة ساعة أخرى، نستعمل إلكترودي التنبيه (1 و 2) والكترود إستقبال حادّ أوسيلوسكوب (3 و 4) ثم نتتبع تقلص العضلة من جهة ومرور السيالة العصبية من جهة أخرى إثّر تنبيه فعال حسب الظروف الموضحة في الوثيقة (1) وجدول الوثيقة (2) يقدم النتائج المحصل عليها.

1 - تبين هذه التجارب أن الكورار يؤثر على مستوى المشبك العصبي العضلي، وضح ذلك.

2 - بناء على معلوماتك حول التبليغ المشبكي، اقترح فرضية تفسر بها آلية تأثير الكورار على المشبك العصبي العضلي.

### توجيهات:

1 - قراءة دقيقة لمعطيات الوثيقتين.

2 - استخراج الظروف التجريبية.

3 - ربط العلاقة بين الظروف التجريبية والنتائج المبيّنة.

4 - مقارنة بين معطيات مختلف التجارب لاستخراج مستوى تأثير الكورار.

5 - إن معرفة آلية التبليغ المشبكي ضرورية لصياغة الفرضيات.

6 - صياغة الفرضيات تتطلب المعالجة المنهجية للمعطيات التجريبية بدل إستظهار المعارف الجاهزة.

7 - يجب أن تكون الفرضية صحيحة منهجياً (الإستدلال المنهجي للمعطيات التجريبية والنتائج المحصلة في صياغة

الفرضيات الممكنة) لا تتناقض مع النموذج المفسر للظاهرة المدروسة (آلية التبليغ المشبكي).

8 - تعدّ الفرضيات تفسيراً مرحلياً قابلاً للتحقق منها في تجارب أخرى.

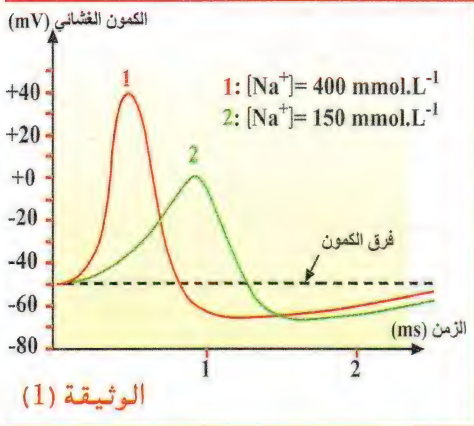
تنبيهات في مستوى إلكترودين 1 و 2

تجربة أ	تجربة ب	تجربة ج	تجربة د
نعم	نعم	لا	نعم
نعم	نعم	نعم	لا

الوثيقة (2)

النتائج	تقلص العضلة	تسجيل كمون العصب
نعم	نعم	نعم
لا	نعم	نعم

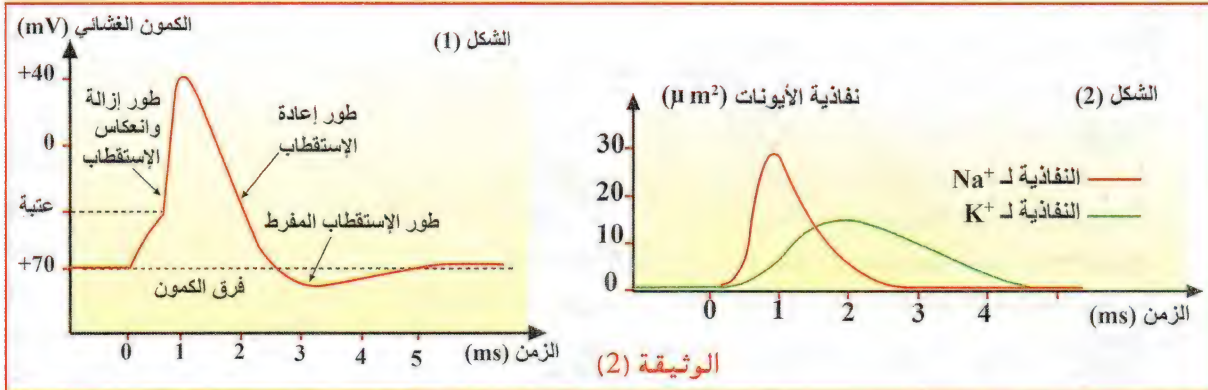




نريد في هذه الدراسة التوصل إلى الظواهر الأيونية المسؤولة عن كمون العمل.

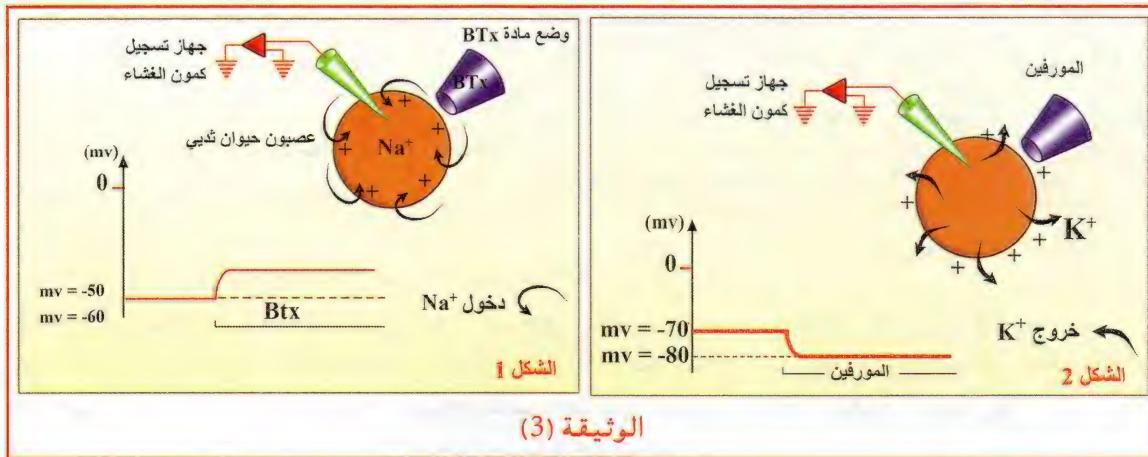
1 — يظهر المنحني البياني في الوثيقة (1) نتائج التنبيه الكهربائي لمحور عملاق للحبار، حيث المنحني 1 عند وجود المحور في ماء بحريه تركيز  $Na^+ = 440 \text{ ملي مول / ل}$  والمنحني 2 عند التركيز  $150 \text{ ملي مول / ل}$ . استنتج من تحليل المنحني التدفق الأيوني المسؤول عن نشوء كمون العمل.

2 — تمكن كل من Huxley وHodgkin من قياس تغيرات نفاذية غشاء المحور العملاق للحبار لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم خلال مرور كمون العمل ومنحنيات الوثيقة (2) توضح تغيرات كمون العمل (الشكل 1) بالموازاة مع تغيرات نفاذية الغشاء لكل من أيونات الصوديوم والبوتاسيوم (الشكل 2) — بين العلاقة الموجودة بين مراحل كمون العمل وتغيرات نفاذية الغشاء لأيونات  $Na^+$  و  $K^+$ .



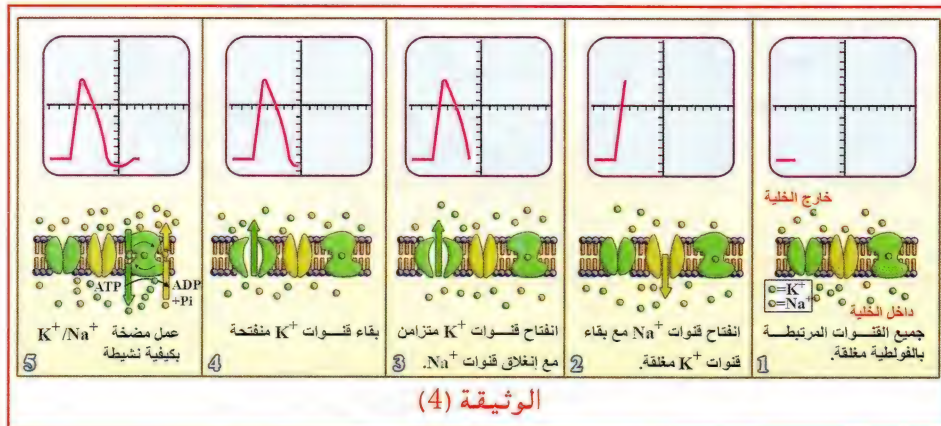
3 — أ — نضع على الجسم الخلوي لعصبون قرب سطح الغشاء كمية من مادة Batrachotoxine (BTX) وهي سامة تفتح قنوات الـ  $Na^+$  المتعلقة بالفولطية (قنوات تفتح أو تغلق تحت تأثير الكمون الكهربائي المحلي التي تكون عادة مغلقة خلال كمون الراحة وذلك مع تسجيل كمون الغشاء قبل وبعد إضافة هذه المادة، والشكل (1) من الوثيقة (3) يوضح النتائج المحصل عليها.

ب — نضع على جسم خلوي لعصبون مادة المورفين (الشكل 2 من الوثيقة (3)) وهي مسخدر يؤدي إلى فتح قنوات الـ  $K^+$  المتعلقة بالفولطية والتي تكون عادة مغلقة خلال كمون الراحة، وذلك مع تسجيل كمون الغشاء قبل وبعد إضافة هذه المادة.



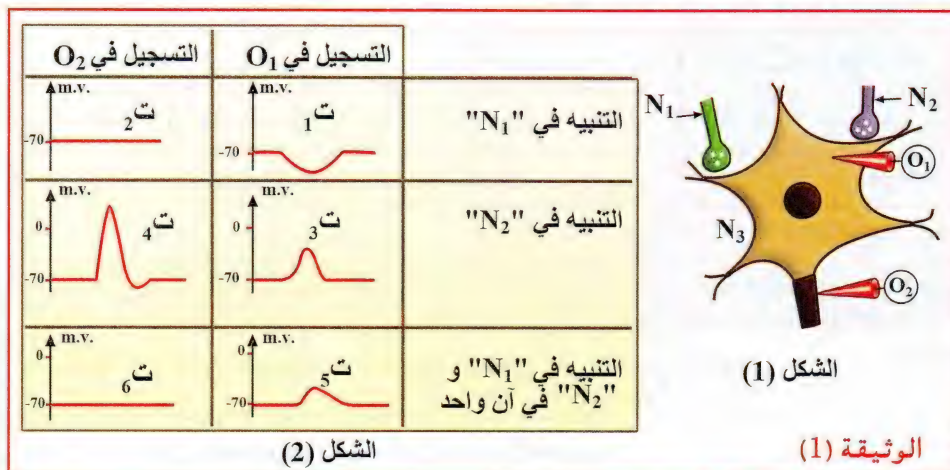


إستخرج البنيات الغشائية المسؤولة عن حركة أيونات الـ  $Na^+$  والـ  $K^+$  خلال كمون العمل.  
 - باستعمال الوثيقة (4) إشرح التغيرات الكيميائية الحاصلة وفسر مختلف مراحل كمون العمل.



## تمرين 54

- إن التركيب التجريبي الممثل بالشكل (1) من الوثيقة I- يهدف إلى دراسة الإدماج العصبي.



تحدث تنبيهها فعلا على العصبونين N1 و N2 المتصلين بنفس العصبون المحرك N3، ونسجل على مستوى كل من جهاز الأوسيلوسكوب O1، O2. النتائج المحصل عليها ممثلة في جدول الشكل (2) من الوثيقة I-.

1 - حدد طبيعة المشبك في كل حالة مع التعليل.

2 - قارن بين التسجيلين 3 و 5.

3 - لماذا اختلفت النتائج في 4 و 6؟

4 - ما هي شروط الحصول على التسجيل 4 في 6 مع التعليل؟

1 - 1 - وضع بالرسم على المستوى الجزئي إليه تأثير المبلغ العصبي في حالة التنبيه في N1 و N2.

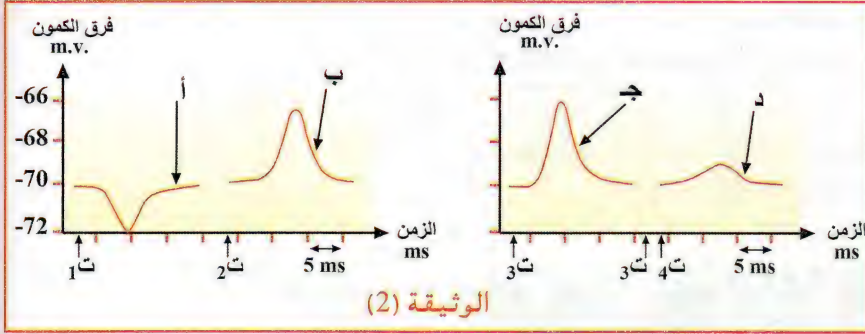
2 - بالاستعانة بالمعلومات السابقة اشرح كيف يتم دمج الكمونات الغشائية قبل مشبكية على مستوى العصبون المحرك.

## تمرين 55

تحت بعض آليات الاتصالات العصبية نحقق الدراسات التالية :

- الوثيقة (1) تمثل العصبونات الحسية والجامعة بالعصبون الحركي ع5 ولتسجيل النشاط الكهربائي لهذا الأخير نغرز بالكترود استقبال دقيق لجهاز (O1) ثم نطبق تنبيهين فعالين منفصلين 1 و 2 فنحصل على التسجيلين (أ) و (ب) على التوالي والمبينين في الوثيقة (2).





- ثم نحدث التنبيه الفعال في مستوى (ت3) فاعطى التسجيل (ج) اما تنبيهين فعالين في مستوى (ت3) و (ت4) في آن واحد نتج عنهما التسجيل (د) من الوثيقة (2).
- 1 - حلل هذه التسجيلات واستخلص دور العصبونات (ع1، ع2، ع3، ع4).
- 2 - مثل برسم تخطيطي عليه البيانات الآلية التي تحدث على مستوى غشاء ع1 إثر التنبيه ت1.
- ب - قصد فهم آلية الإدماج العصبي نقترح الجدول التالي :

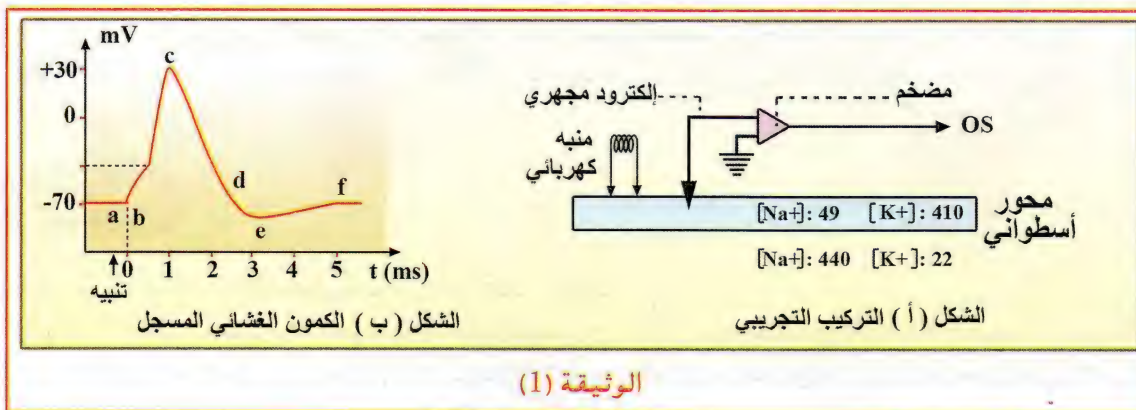
التسجيل في O3	التسجيل في O2	التجارب
.....	.....	1 - تنبيه في ت1 وت4 في آن واحد
.....	.....	2 - إحداث 4 تنبيهات متقاربة في ت2
.....	.....	3 - تنبيه ت2 وت3 في آن واحد
.....	.....	4 - تنبيه في ت1 وت2 في آن واحد

- 1 - أعد نقل الجدول وارسم التسجيلات المحصل عليها في كل حالة من O2 و O3.
- 2 - فسر النتائج المحصل عليها في كل تجربة.
- 3 - استنتج كيف يعمل العصبون على إدماج الرسائل العصبية.

## تمرين 56

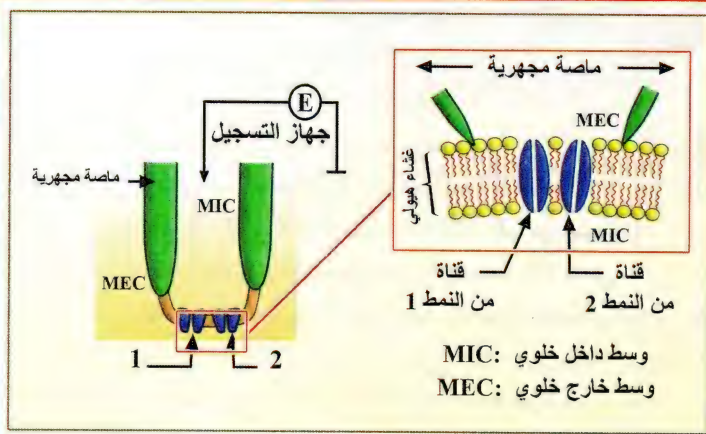
إن كمون العمل الناتج عن تنبيه فعال للعصبون ما هو إلى نتيجة للتغيرات السريعة للنفاذية الغشائية على جانبي غشاء العصبون، لغرض تحديد طبيعة انتقال الشوارد مصدر مختلف مراحل كمون العمل نقترح الدراسة التالية:

أ - لدينا الوثيقة (1) :



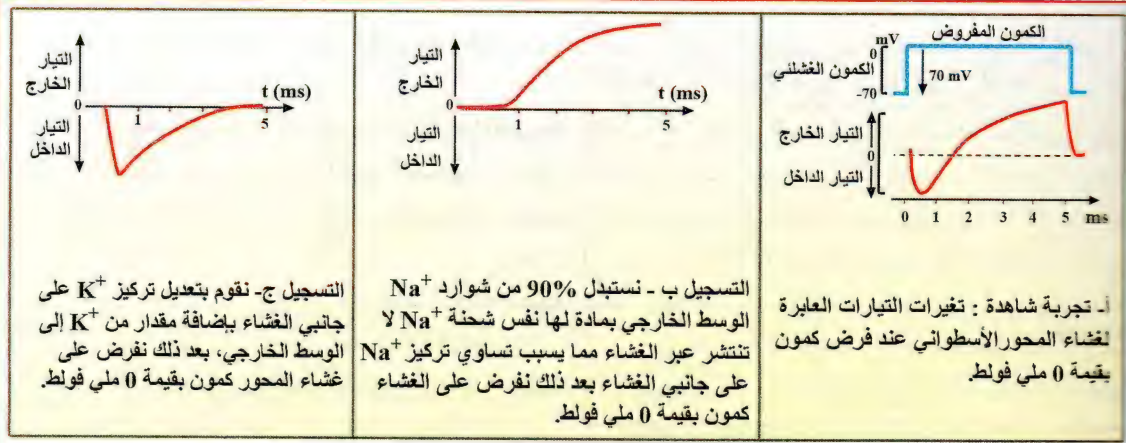


- 1 - أذكر الخطوات التجريبية التي بواسطتها تم الحصول على تسجيل الشكل (ب).
- 2 - فسر مختلف مراحل منحني الشكل (ب) معتمدا على الظواهر الكهربائية فقط.



الوثيقة (2)

تستبدل التركيب التجريبي الشكل (أ) من الوثيقة (1) بتركيب تجريبي آخر يمثل تقنية Patch Clamp (الوثيقة 2). نغزل جزء من غشاء العصبون يحتوي على نمطين من القنوات البروتينية ونخضعه لكمون اصطناعي مفروض (0mV) ثم نسجل التيارات الأيونية التي تعبر الغشاء تحت شروط تجريبية معينة. النتائج المسجلة ممثلة في تسجيلات الوثيقة (3).



الوثيقة (3)

- 1 - حلل التسجيل (أ) ماذا تستنتج؟
- 2 - ما هي المعلومات المستخرجة من مقارنة التسجيلين (ب) و(ج) مع التسجيل (أ) والتي تسمح بتحديد طبيعة الشوارد المتنقلة والتي هي مصدر مختلف مراحل كمون العمل؟
- 3 - مثل بواسطة رسومات تخطيطية دقيقة على المستوى الجزيئي دور البروتينات الغشائية لليف العصبي أثناء مختلف مراحل كمون العمل.

## تمرين 57

تعب البروتينات الغشائية دورا هاما في الاتصال العصبي ولدراسة ذلك نقترح ما يلي:

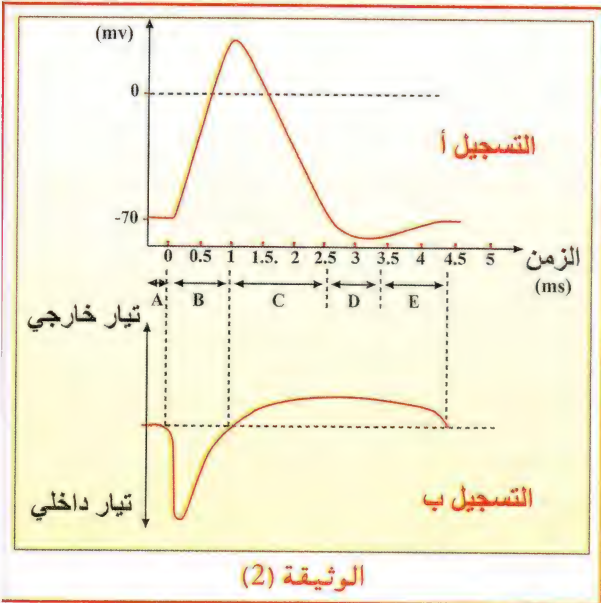
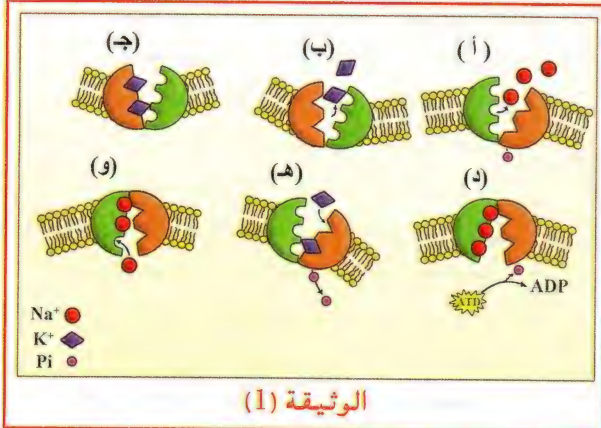
بين الجدول الموالي نتائج معايرة تركيز شوارد  $Na^+$  و  $K^+$  لكل من هيولي المحور الأسطواني ودم الكالمار أثناء الراحة.

الشاردة	هيولي المحور	دم الكالمار
$Na^+$	50	440
$K^+$	400	20

أ - حلل نتائج الجدول وماذا تستنتج فيما يخص مصدر الكمون الغشائي في الخلايا الحية؟

ب - إذا علمت إن انتقال الشوارد أثناء الراحة يتم عبر قنوات مفتوحة باستمرار وفق تدرج التركيز وتوقف عند تساوي التراكيز على الجانبين.





- 1 - ما هي الإشكالية التي تطرحها نتائج الجدول؟
- 2 - اقترح فرضية تفسر بها هذه الإشكالية.
- 3 - للتحقق من صحة الفرضية تم انجاز الوثيقة (1).

α - قدم عنوانا مناسباً للوثيقة.  
β - رتب أشكال الوثيقة حسب تسلسلها الزمني مع التعليل.

**II - 1** - بتطبيق تقنية Patch-Clamp وقياس فرق الكمون أمكن الحصول على الوثيقة (2) التي تمثل نتائج تنبيه ليف عصبي قبل مشبكي للكالمار.

أ - حدد نوع الجهاز المستعمل للحصول على كل تسجيل من التسجيلين أ و ب.  
ب - تعرف على الفواصل الزمنية: E, D, C, B, A

ج - قدم تحليلاً مقارناً للتسجيلين أ و ب. ماذا تستنتج؟

2 - نقوم بحساب عدد القنوات الفولطية المفتوحة في وحدة مساحة غشائية لليف العصبي السابق بدلالة الزمن اثر تنبيه فعال والنتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول التالي:

أ - ارسم منحنى تغيرات عدد القنوات الفولطية المفتوحة لـ  $Na^+$  و  $K^+$  بدلالة الزمن.  
ب - أوجد علاقة تربط المنحنى المحصل عليه بالتسجيلين (أ) و (ب) للوثيقة (2).

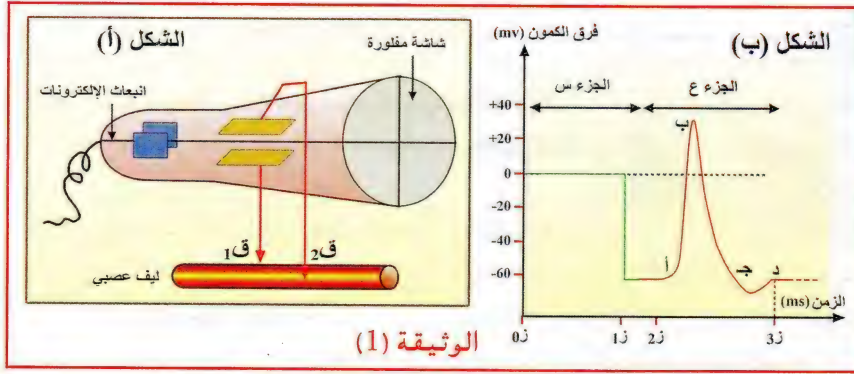
الزمن (ms)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
عدد القنوات المفتوحة في	0	5	40	25	5	2	0	0	0	0	0
مساحة $\mu m^2$	0	0	5	15	20	18	12	8	2	1	0

**III -** انطلاقاً من المعلومات المستخلصة من I و II ومكتسباتك وضح بواسطة رسم على المستوى الجزيئي دور البروتينات الغشائية للمحور الأسطواني في الفواصل الزمنية (A, B, C).

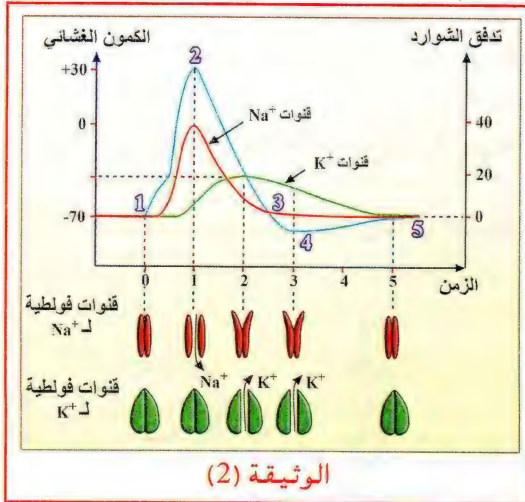
## تمرين 58

- 1 - لدراسة خواص الليف العصبي نستعمل جهاز راسم الذبذبات المهبطي (OS) Oscilloscope كما هو مبين في الشكل (أ) من الوثيقة (1) والشكل (ب) يمثل التسجيلات المحصل عليها في شروط معينة.
  - أ - وضح أهمية استعمال جهاز (OS).
  - ب - ما هي خاصية الليف العصبي التي يبرزها التسجيل المحصل عليه: - ما بين الزمنين 1 - 2.
  - 3 - ما بين الزمنين 2 - 3.
  - ج - قدم عناوين مناسبة للتسجيلات المحصل عليها في كل من (0 - 1)، (1 - 2)، (2 - 3).
  - د - ارسم التركيب التجريبي الذي سمح لنا بالحصول على التسجيل الذي تم خلال (2 - 3).





هـ - معتمدا على الظواهر الكيميائية الموضحة في الوثيقة (2) علل المراحل (أ - ب) و (ب - ج) و (ج - د).



لدراسة مصدر التسجيل المحصل عليه خلال الزمن (2ز - 3ز) في الشكل (ب) من الوثيقة (1)، أنجزت التجربة التالية : نزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكي ونخضعه لكمون اصطناعي مفروض. النتائج المحصل عليها مثلة في الوثيقة (3).

أ - حلل نتائج التسجيلات المبينة بالوثيقة (3).

ب - قدم تفسيرا لهذه النتائج.

تتصل الخلايا العصبية مع بعضها البعض في مناطق معينة تدعى المشابك، لمعرفة آلية عمل هذه المشابك تم إنجاز الوثيقة (4) التي تمثل رسما تخطيطيا لعصبون حركي (ن) من النخاع الشوكي لحيوان ثديي. الألياف (أ، ب، ج، د) محاور أسطوانية لعصبونات العقدة الشوكية للجذر الخلفي.

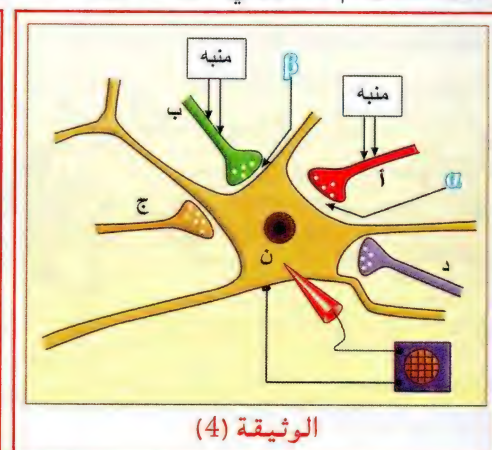
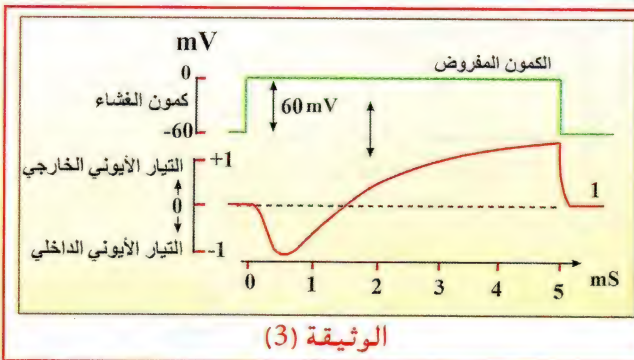
يتم إحداث تنبيه هذه العصبونات كما يلي:

تنبيه (أ) ثم (ب) تنبيهها واحدا. تنبيه (أ) بتنبيهين متتاليين ثم تنبيه (أ + ب) في آن واحد، ثم نحقن في المشبك (β) مادة حمض غاما أمينوبوتريك بكميات متزايدة (ك1، ك2) ونسجل تغيرات استقطاب العصبون (ن) بواسطة راسم الاهتزاز الكهربائي، النتائج المسجلة موضحة في الوثيقة (5).

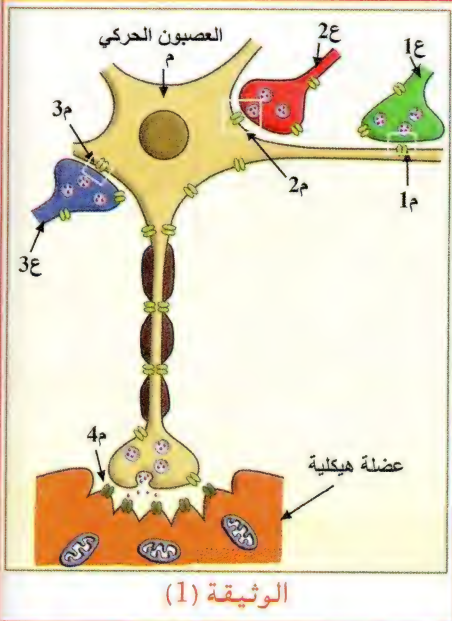
أ - حلل التسجيلات المحصل عليها في الوثيقة (5).

الوثيقة (5) وماذا تستخلص من كل تسجيل؟

ب - بواسطة رسم تخطيطي عليه كافة البيانات وضع آلية عمل المشبك (α) والمشبك (β).







الوثيقة (1)

يضمن الاتصال بين العصبونات وخلايا أخرى مواد كيميائية تأثيرها مرتبط بوجود بروتينات متخصصة لهدف فهم هذه الآلية نقترح الدراسة التالية:

تمثل الوثيقة (1) اتصالات بين عصبونات (1ع، 2ع) بالعصبون المحرك (م) ويتصل هذا الأخير بعضلة هيكلية.

مراحل التجربة ونتائجها ماثلة في جدول الوثيقة (2).

1 — ما تمثل المواد المحقونة في (1م، 2م)؟

2 — حلل نتائج التسجيلات المحصل عليها في الجدول؟

3 — فسر تأثير كل من الأستيل كولين و GABA على العصبون (م).

4 — إن حقن الأستيل كولين في (4م) يؤدي إلى تقلص العضلة، ماذا يمكن استخلاصه؟

5 — تظهر الوثيقة (1) عدة أنواع من القنوات أذكرها ثم حدد مكان تواجدها؟

6 — بواسطة رسم تخطيطي متقن عليه كافة البيانات. مثل بنية القناة المستقبلية في وجود وغياب الأستيل كولين.

التجارب	حقن ACH في 1م	حقن GABA في 2م	تنبيه في 1ع+3ع
النتائج	في 1ع	في 2ع	في م
الظاهرة الكهربائية المسجلة			
في العضلة	عدم تقلص العضلة	عدم تقلص العضلة	تقلص العضلة

الوثيقة (2)

إن النفاذية الغشائية مميزة أساسية في الخلية. في حالة العصبون، إن تدفق الشوارد عبر الغشاء الهيليوي أصبح ممكنا بفضل وجود عدة أنواع من القنوات الشاردية.

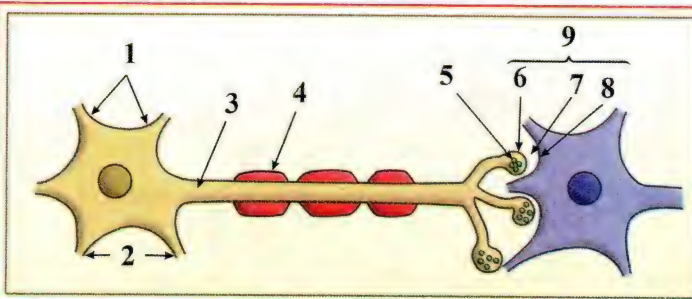
1 — أذكر ثلاثة أنواع من القنوات الشاردية.

2 — أ — اكتب بيانات الوثيقة المجاورة حسب التقييم المعطى (1 - 9).

ب — حدد الجزء أو الأجزاء من العصبون محددًا عليها تموضع مختلف القنوات السابقة.

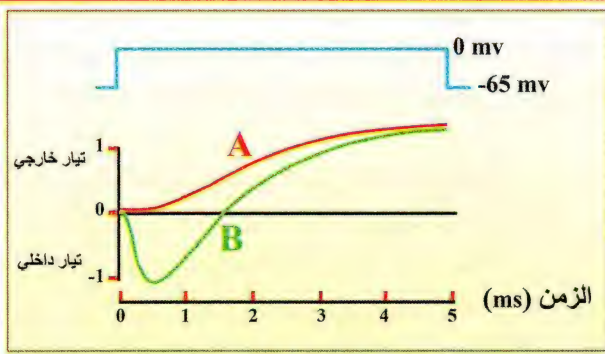
3 — حدد الشروط التي تسمح لهذه القنوات بأداء وظيفتها (عملها).

4 — اشرح كيف نوعين من هذه القنوات تتدخل في نشأة الرسالة العصبية وانتقالها عبر المشبك.





## تمرين 61



الوثيقة (1)

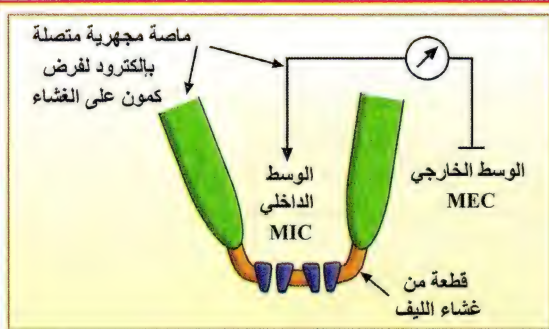
تتقل الرسالة العصبية على مستوى المحور الأسطواناني وعلى مستوى المشبك بفضل بروتينات غشائية ولفهم هذه الآلية نقترح الدراسة التالية :

1- تمكنا من عزل جزء من غشاء قبل مشبكي الذي يحتوي على نوعين من القنوات بتقنية Patch-Clamp ثم نخضعه لكمون اصطناعي مفروض ونتائج التسجيل ممثلة في منحنى B الوثيقة (1) وعند إضافة مادة tetrodotoxine (مبينة لانتقال  $Na^+$ ) نسجل منحنى A من نفس الوثيقة.

1 - ما هي قيمة الكمون المفروض؟

2 - فسر المنحنيين؟ ماذا تستخلص عن مصدر كمون العمل قبل مشبكي؟

3 - نعمل جزء من الغشاء البعد مشبكي بنفس التقنية السابقة والذي يحتوي على نوعين من القنوات كما هو مبين في الوثيقة (2) أما التجارب ونتائج التيارات المتولدة ممثلة في جدول الوثيقة (3).



الوثيقة (2)

المعطيات التجريبية	محتوى الوسط الخارجي			محتوى الوسط الداخلي			النتائج المسجلة على مستوى الغشاء البعد مشبكي
	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
قبل إضافة ACh	40	410	48	560	20	440	
إضافة ACh	40	410	244	560	20	244	
إضافة GABA	300	410	48	300	20	440	

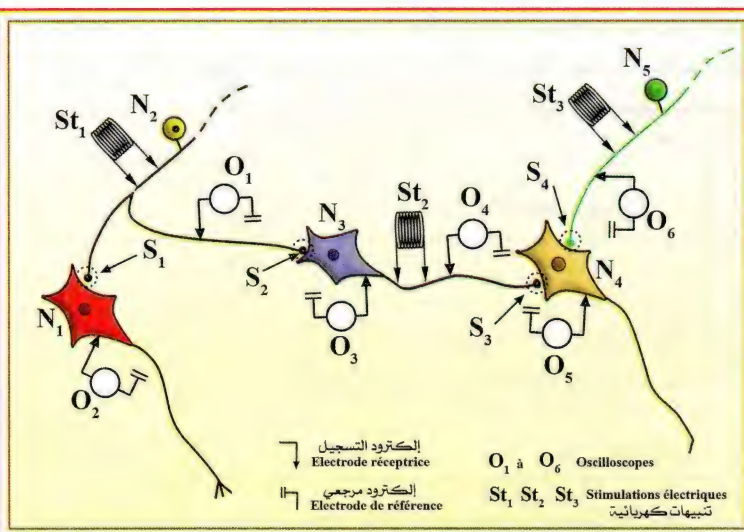
الوثيقة (3)

1 - فسر نتائج الجدول؟

2 - ماذا تستنتج؟

3 - وضح بشكل نقاط أهمية البروتينات في ظاهرة نقل الرسالة العصبية.

## تمرين 62



الوثيقة (1)

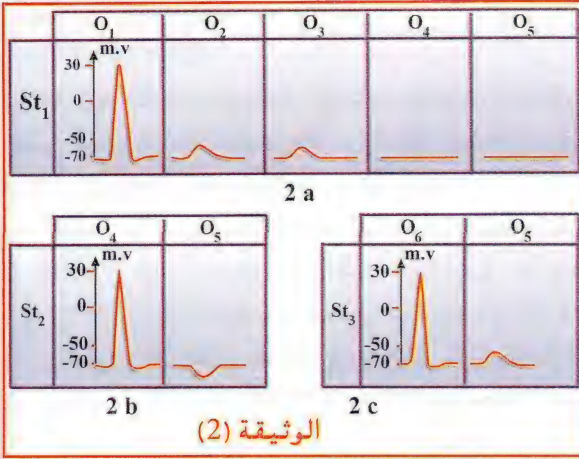
نقترح دراسة عمل شبكة من السلاسل العصبونية مكونة من خمس عصبونات من N1 إلى N5.

من أجل ذلك نحقق ثلاث تجارب باستعمال التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة (1):

التجربة (1): ننبه بشكل منفرد العصبونات بشدة أعلى من العتبة في St1 و St2 و St3 فحصلنا على التوالي على تسجيلات الموضحة في جدول الوثيقة (2).

التجربة (2): ننبه في St1 عدة تنبيهات متتالية ومتساوية الشدة. أجهز رسم الاهتزاز المهبطي O1 إلى O5. بينت التسجيلات الممثلة في الوثيقة (3).





1 - حل تسجيلات الوثيقة (2) استنتج طبيعة المشابك :

S1, S2, S3, S4 مبينا نوع المشبك في كل حالة.

2 - قارن النتائج المحصل عليها في التجربة (1) (2a) من الوثيقة (2) مع تلك المحصل عليها في التجربة (2).

ماذا تستنتج؟

3 - بين النتائج المنتظرة على مستوى كل من:

O1, O2, O3, O4, O5 إذا نبهنا في St2 تنبيهات

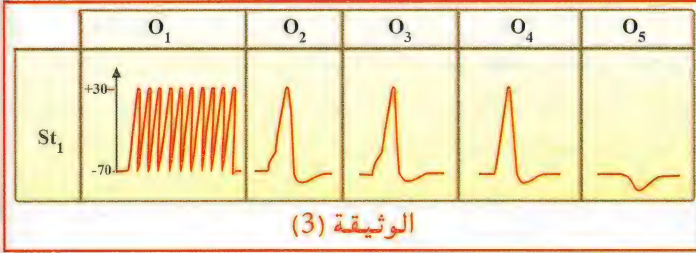
فعالة متقاربة متساوية الشدة. علل إجابتك؟

التجربة (3): نحقق في الشقوق المشبكية من S1 إلى S4

المواد X3, X2, X1 النتائج موضحة في الجدول الموالي:

4 - حل النتائج المحصل عليها في التجربة (3)

لاستنتاج الدور الفيزيولوجي ونوع المادة المحقونة.



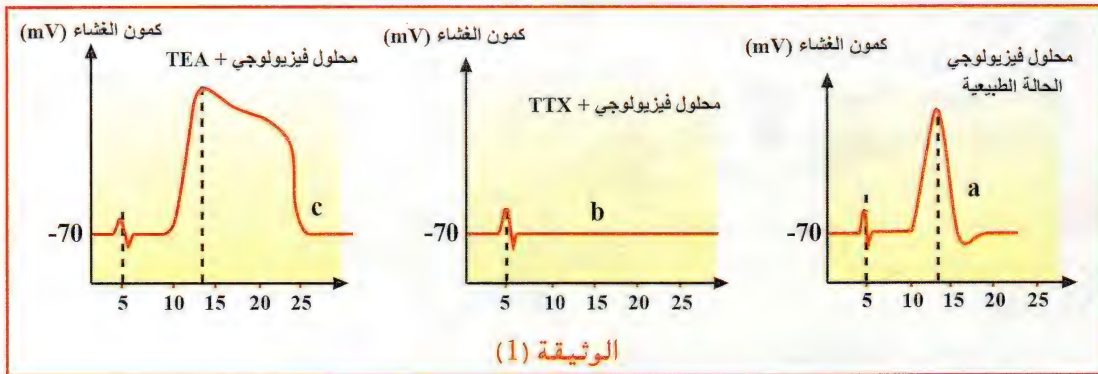
المواد المحقونة المشابك	X1	X2	X3
S1	زوال استقطاب في N1	بدون تأثير في N1	بدون تأثير في N1
S2	زوال استقطاب في N3	بدون تأثير في N3	بدون تأثير في N3
S3	بدون تأثير في N4	زوال استقطاب في N4	بدون تأثير في N4
S4	بدون تأثير في N4	بدون تأثير في N4	زوال استقطاب في N4

## تمرين 63

I - لمعرفة تأثير بعض المواد السامة على الجهاز العصبي أنجزت عدة تجارب على المحور العصبي لحيوان بحري "الكالمار".

نخضع هذا المحور العصبي لتأثير مادتين سامتين هما تيرودوكسين (TTX) وتيترا إيثيل أمونيوم (TEA)، مكننا

التنبية الفعال من الحصول على النتائج الممثلة بمنحنيات الوثيقة (1):

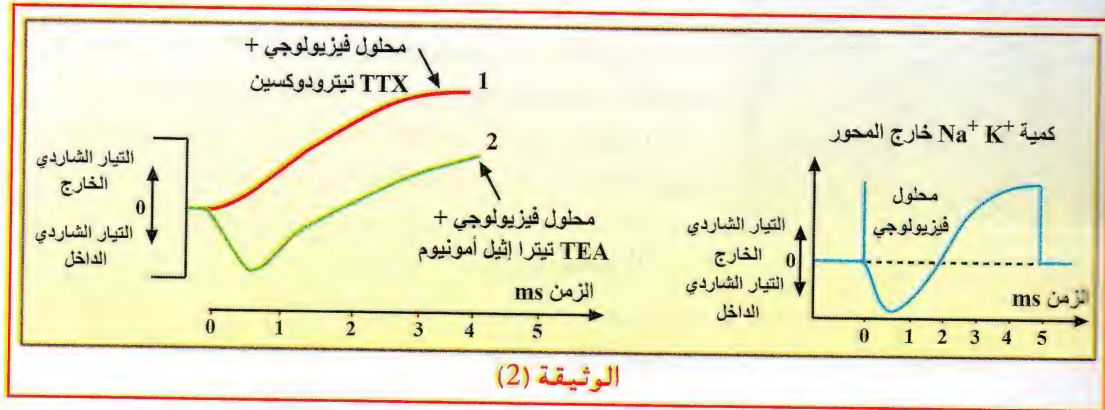


1 - تعرف على المنحنى (a) ثم أذكر مختلف مكوناته.

2 - ما هو تأثير كل من المادتين السامتين على الإستجابة الكهربائية للمحور العصبي؟



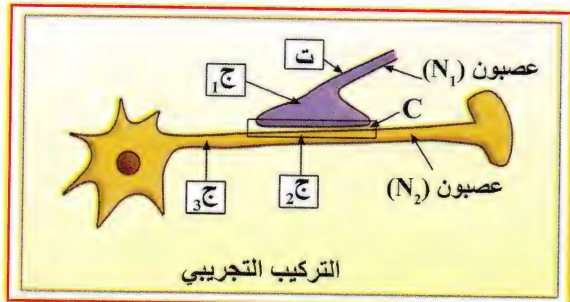
- 3 - اقترح فرضيتين تفسر بهما تأثير المادتين TTX و TEA على الظواهر الكهربائية؟  
 - الوثيقة (2) تمثل نتائج قياس التركيز الإجمالي لشارديتي  $K^+$  و  $Na^+$  بجوار نقطة التنبيه خارج غشاء المحور العصبي وبفرض كمون معين على جانبي غشاء الليف العصبي للكالمار وفق شروط تجريبية معينة :



- 1 - اعتمادا على معلوماتك بين كيف يمكن فرض كمون معين على جانبي غشاء الليف؟  
 2 - ماذا تستنتج من تحليل هذه المنحنيات حول كيفية عمل المادتين السامتين؟  
 3 - هل حققت هذه النتائج الفرضيتين المقترحتين في السؤال 1 / 3 ؟

## تمرين 64

تتغل الرسالة العصبية عبر سلسلة من العصبونات ولإظهار آلية هذا الانتقال في مستوى المشبك ودور البروتينات في



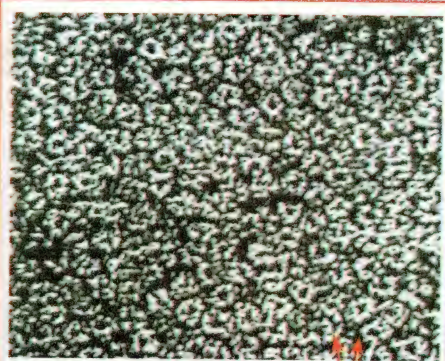
- تتغل استعمل التركيب التجريبي التالي:  
 - تجزأت سلسلة التجارب التالية :  
 التجربة 1 : تم تنبيه العصبون (N1) في المنطقة "ت".  
 التجربة 2 : حقنت الكمية G1 من الأستيل كولين في مستوى المشبك C.  
 التجربة 3 : حقنت الكمية G2 من الأستيل كولين داخل العصبون (N2).  
 علما أن الكمية  $G1 < G2 < G3$  وأن التجارب 2، 3، 4، لم يحدث فيها تنبيه.

التسجيلات الكهربائية في الأجهزة	التجربة ونتائجها			
	1	2	3	4
	التنبيه في (ت)	$G_1$ بين $N_1$ و $N_2$	$G_2$ بين $N_1$ و $N_2$	$G_3$ داخل $N_2$
ج1				
ج2				
ج3				

الوثيقة (1)

- التنتائج التجريبية  
 الحصول عليها بواسطة أجهزة راسم الاهتزاز الهبطي (ج1، ج2، ج3) ممتدة في الوثيقة (1).  
 1 - حلل التسجيلات  
 الحصول عليها والممتدة في الوثيقة (1).  
 2 - بين أن انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مشفرة بتركيز الأستيل كولين.





الوثيقة (2)

العناصر "أ"

3 - اعتمادا على هذه النتائج، حدد مكان تأثير الأستيل كولين.

4 - ماذا تستخلص من هذه النتائج التجريبية؟

II - تمثل الوثيقة (2) صورة مأخوذة بالمجهر الإلكتروني للغشاء بعد مشبك على مستوى المشبك C، وقد بينت الدراسة بتقنية الفلورة المناعية التي تعتمد على حقن أجسام مضادة مفلورة التي ترتبط انتقائيا بمركبات غشائية ذات طبيعة بروتينية، فلاحظ أن التفلور يظهر على مستوى عناصر موافقة للعناصر "أ" من الوثيقة (2).  
- عند حقن مادة  $\alpha$  بنغاروتوكسين (لهابنية فراغية ماثلة للبنية الفراغية للأستيل كولين) على مستوى المشبك C من التركيب التجريبي تبين أنها تشغل أماكن محددة على العناصر "أ" من الوثيقة (2).

- عند إعادة التجربة 3 من الوثيقة (1) في وجود هذه المادة ظهر على راسم الاهتزاز المهبطي (ج2) تسجيل مماثل لتسجيل المحصل عليه في التجربة 4.

1 - تعرف على العناصر "أ" من الوثيقة (2) وحدد طبيعتها الكيميائية.

2 - كيف يمكنك تفسير النتائج المحصل عليها على مستوى الجهاز (ج2) في هذه الحالة؟

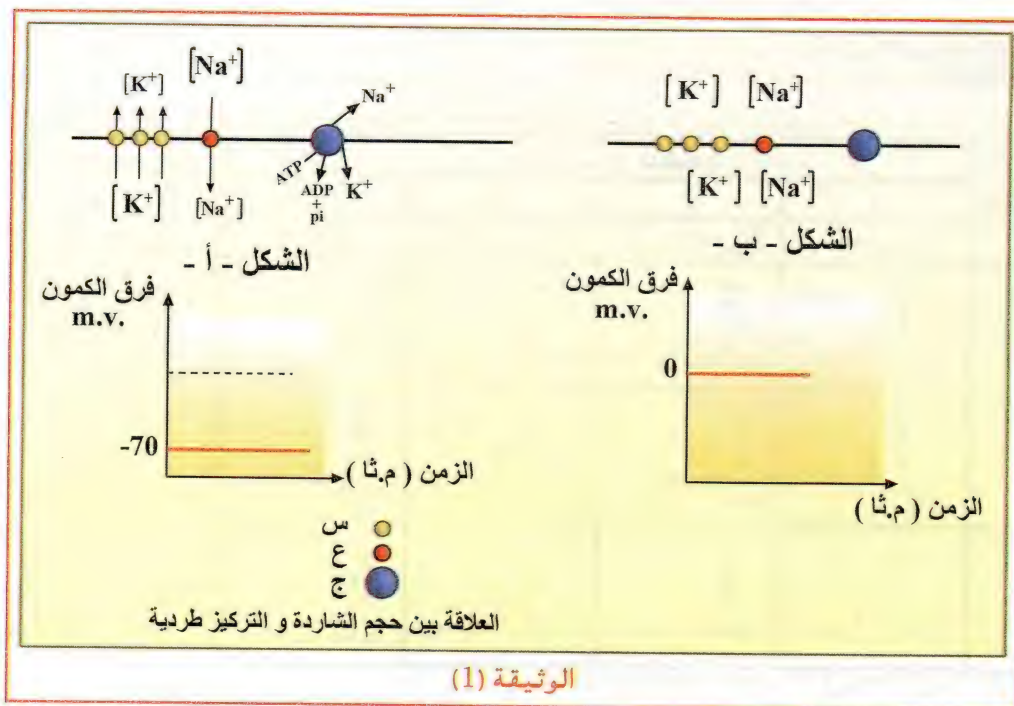
3 - استنتج طريقة تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك.

III - مما سبق وباستعمال معلوماتك حدد آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مدعما إجابتك برسم تخطيطي وظيفي.

## تمرين 65

تلعب البروتينات دورا أساسيا في المحافظة على توازن العضوية وذلك بأدوارها المتنوعة في مختلف النشاطات الحيوية منها الاتصال العصبي.

I - تمثل الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لتوزيع شوارد  $K^+$  و  $Na^+$  على جانبي الغشاء الهيليولي لليف عصبي مرفق بالتسجيل الكهربائي الموافق.



الوثيقة (1)



الشكل "أ" عند ليف عصبي حي.

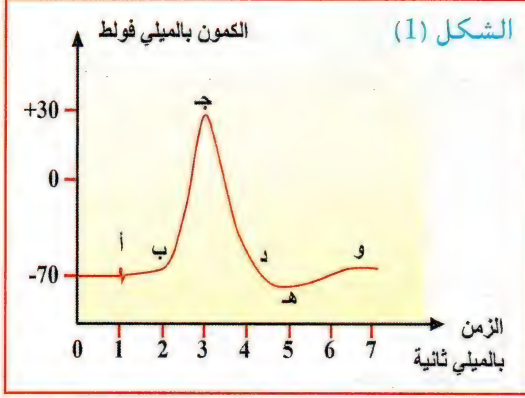
الشكل "ب" في نفس الليف بعد مدة من إضافة مادة مثبطة لإمالة الـ ATP.

1 - سم التسجيل أ من الوثيقة (1) ثم تعرف على الجزئيات الغشائية س، ع، ج.

2 - بمقارنة الشكلين أ، ب استنتج مصدر الكمون المسجل في "أ".

3 - بين كيف تؤمن العناصر "ج" ثبات الكمون الغشائي الملاحظ في التسجيل "أ" من الوثيقة (1).

1 - ننبه ليفا عصبيا حيا تنبيهها فعالا فنسجل منحني الشكل (1) الموضح في الوثيقة (2) بينما جدول



الشكل (2) يمثل عدد الجزئيات المفتوحة ق1 و ق2 في  $1\mu m^2$  من غشاء الليف العصبي أثناء تسجيل منحني الشكل 1 من الوثيقة (2).

أ - سم التسجيل الملاحظ في الوثيقة (2) ثم تعرف على أهم أجزائه. ماذا تستنتج بمقارنة هذا التسجيل بالتسجيل "أ" من الوثيقة (1).

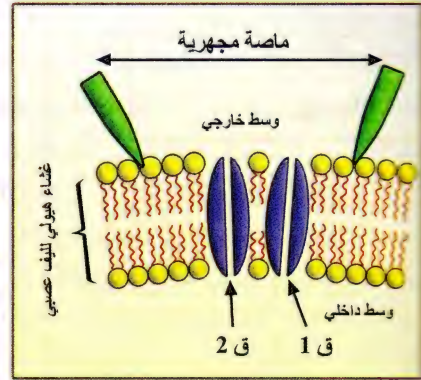
ب - ما هي المعلومات المستخرجة من جدول الشكل 2 مقارنة بمنحني الشكل 1.

ج - هل تسمح المعلومات المستخدمة بتحديد خاصية هذه الجزئيات مقارنة بالجزئيات س، ع من الوثيقة (1) وضع؟

الزمن (ms)												عدد الجزئيات المفتوحة في $\mu m^2$ من الغشاء	جزئيات ق1	جزئيات ق2
5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0				
0	0	0	0	0	0	0	25	40	5	0				
0	1	2	8	12	18	20	15	5	0	0				

2 - لتحديد دور الجزئيات السابقة نعزل جزءا من غشاء ليف عصبي يحتوي على الجزئيات ق1، ق2 بتقنية Patch-Clamp ثم نفرض عليه كمونا ضمن شروط معينة. النتائج التجريبية وشروطها موضحة على الوثيقة (3).

الشروط التجريبية		النتائج المسجلة	
التجربة 1	إضافة مادة TTX التي تعيق عمل القنوات ق1	كمون مفروض -80 تيار خارجي تيار داخلي	0 -80 1PA
التجربة 2	إضافة مادة TEA التي تعيق عمل القنوات ق2	كمون مفروض -80 تيار خارجي تيار داخلي	0 -80 1PA
التجربة 3	وسط خارجي عادي	كمون مفروض -80 تيار خارجي تيار داخلي	0 -80 1PA



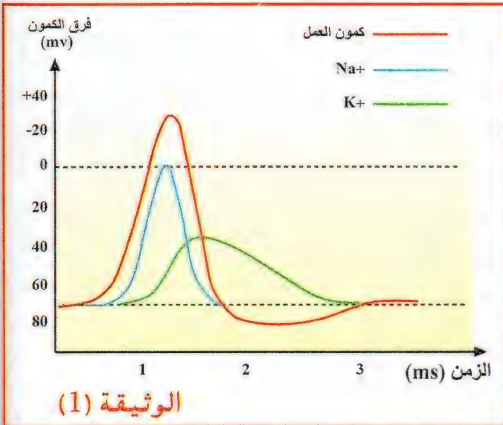
الشكل أ

الشكل ب

الوثيقة (3)

أ - ما هي المعلومات المستخرجة بمقارنة تسجيل التجربة 3 بتسجيلي التجريبتين 1 و 2 على الوثيقة (3).  
ب - بالاعتماد على جوابك السابق والشكل 2 من الوثيقة (2)، سم كل من الجزئيات ق1، ق2، ثم قدم تفسير لمنحني الشكل 1 من الوثيقة (2).





تلعب البروتينات دوراً أساسياً في حياة العضوية منها الاتصال العصبي.

**I -** تمثل الوثيقة (1) تغيرات الكمون الغشائي وناقلية شوارد  $Na^+$  و  $K^+$  نتيجة تنبيه فعال لليف العصبي.

1 - اقترح فرضية تفسر بها تغير الكمون الغشائي.

2 - للتأكد من الفرضية نقترح النشاط التالي :

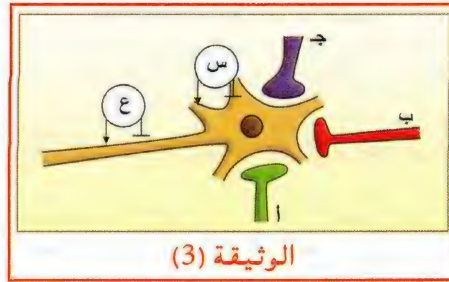
- نقوم بتنبيه ليف عصبي ثم نقيس التركيز الداخلي لكل من شوارد  $Na^+$  و  $K^+$  في الشروط التالية :

- ليف عصبي في الشروط العادية (الشكل 1، وثيقة (2)).
- نضيف مادة TDT بمقدار ضئيل للوسط الخارجي لليف العصبي (الشكل 2، وثيقة (2)).

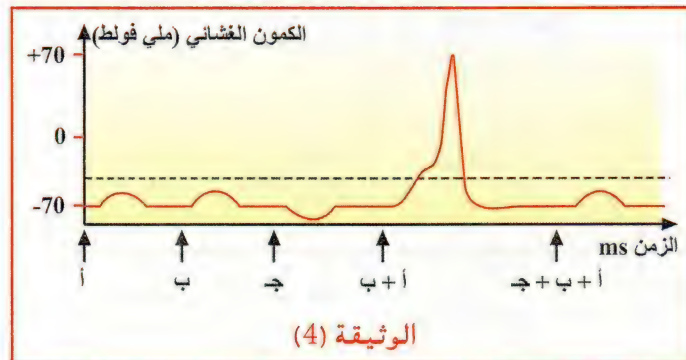
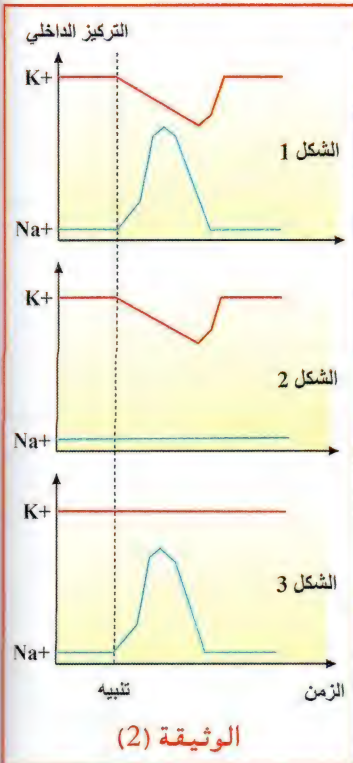
• نحقن الليف العصبي بمادة TEA. النتائج ممثلة في (الشكل 3، وثيقة (2)). أ - استخرج تأثير كل من TEA، TDT.

ب - هل تؤكد هذه النتائج الفرضية السابقة. وضع ذلك.

**II -** تمثل الوثيقة (3) رسماً تخطيطياً لعصبون حركي من النخاع الشوكي متصل بألياف عصبية أ، ب، جـ من عقدة الجذر الخلفي لعصب شوكي.



- ننبه الليف العصبي (أ) ثم (ب)، (جـ)، (أ + ب)، (أ + جـ)، (ب + جـ). النتائج المتحصل عليها في جهاز الاوسيلوسكوب (س) ممثلة في الوثيقة (4).



1 - حل بطريقة منهجية تسجيلات الوثيقة (4).

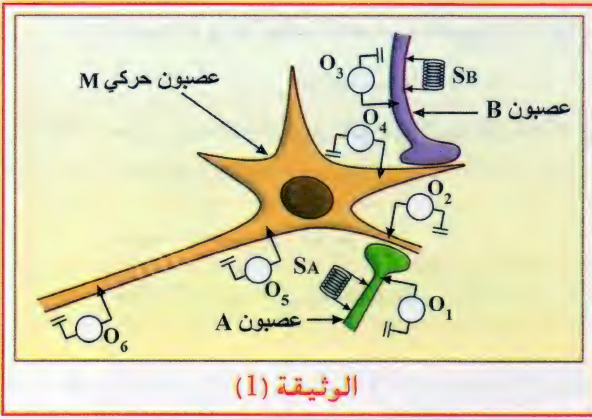
2 - ماذا يمكنك استنتاجه فيما يخص أنواع المشابك الكيميائية وعلاقتها بالوسائط الكيميائية ؟

3 - ما هي التسجيلات المتوقعة في راسم الاهتزاز المهيطي (ع)؟

4 - فسر نتائج التسجيل في الوثيقة (4) عند تنبيه (أ + ب)، (أ + جـ).

5 - فسر بواسطة رسم تخطيطي ما يحدث في الغشاء بعد مشبكي عند تنبيه (ب).





الرؤية (1) رسما تخطيطيا لتركيب تجريبي أنجز على مستوى عصبون حركي (M) من القرن الأمامي للنخاع الشوكي.

2a - تبه العصبون A (SA) نحصل في O5 على التسجيل من الرؤية (2)

2b - تبه العصبون B (SB) نحصل في O5 على التسجيل من الرؤية (2)

بين مع التعليل دون رسومات :

أ الاستجابات المنتظرة في O1، O2، O6 نتيجة للتنبيه SA

ب الاستجابات المنتظرة في O3،

O4 و O6، نتيجة للتنبيه SB

ج - ارسم باستعمال سلم الاستجابات

الحصل عليها في O2، O5، O6،

إثر أربع تنبيهات فعالة ومتقاربة

على العصبون A.

د - ماهي الاستجابة المسجلة في O5

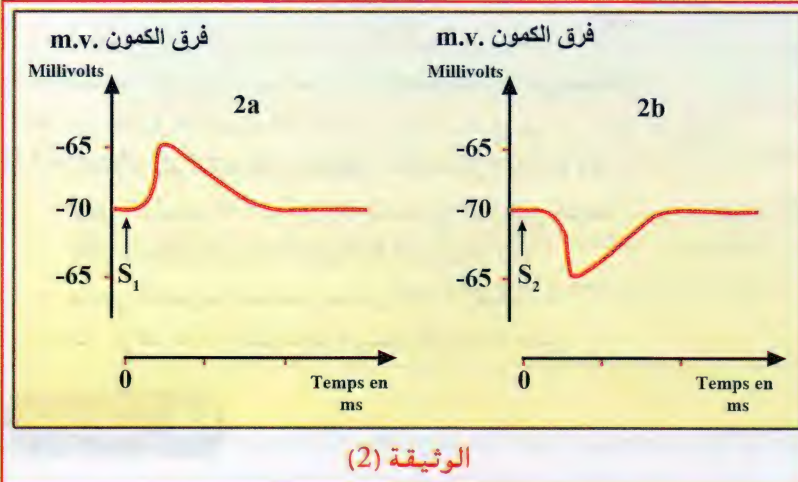
إذا نبهنا في نفس الوقت

العصبونات A و B في آن واحد.

هـ - اشرح كيف يعمل المشبك

الذي يوجد بين العصبونين

M و B.



الرؤية (2)

ب لماذا عمل المشبك لا يتم إلا في اتجاه واحد فقط (القطبية).

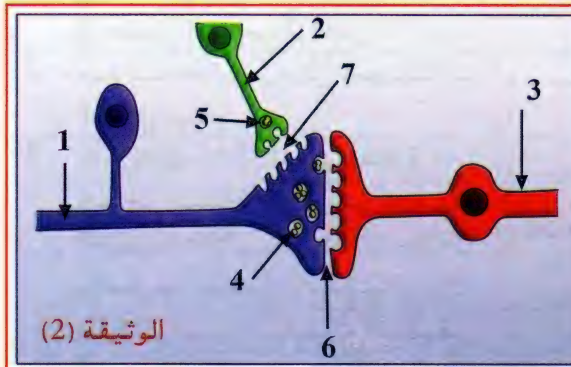
ج - كيف ستؤثر مادة (مشكلة) التي تثبط انتقال الرسالة العصبية.

تؤثر المخدرات على مستوى المشابك التي تلعب دورا هاما في إيصال الإحساسات التي يشعر بها الفرد إلى المراكز العصبية لهم طرق تأثير هذه المخدرات نقترح الدراسة التالية:

- تمثل الرؤية (1) مقطع عرضي في النخاع الشوكي ويمثل العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم

- الرؤية (2) تبين تكبير للمنطقة (س) الممثلة في الرؤية (1)

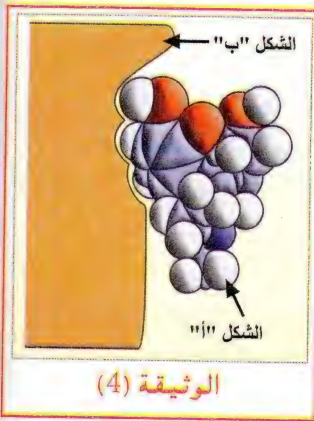
- جدول الرؤية (3) يمثل نتائج تجريبية التي أجريت على قط.





التجارب	النتيجة	التحليل الكيميائي للمشابك
1 تنبيه قوي للألياف العصبية الحسية الواردة من الجلد (تنبيه 1)	صراخ القط	تناقص عدد العناصر (4) الحاوية على المادة (P)
2 حقن مادة الأنكيفالين في المنطقة (7) ثم تنبيه العصبون (1)	لم يصرخ القط	ثبات عدد العناصر (4)
3 تنبيه العصبون (1) ثم (2)	لم يصرخ القط	ثبات عدد العناصر (4)
4 حقن المورفين وتنبيه العصبون (1)	لم يصرخ القط	ثبات عدد العناصر (4)

### الوثيقة (3)



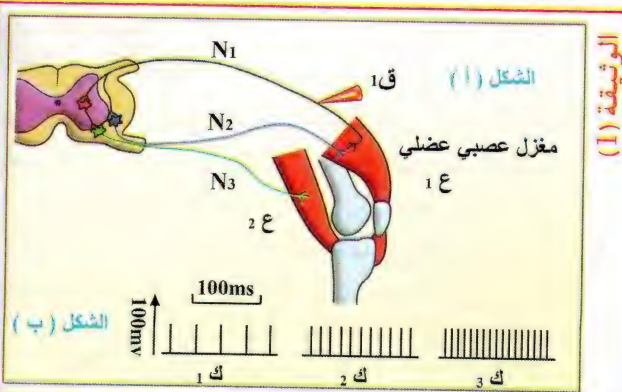
- 1 — فسر النتائج المحصل عليها في التجريبتين (1) و(2).
- 2 — ماذا تستنتج من تحليلك للتجربة (3).
- 3 — استنتج طريقة عمل مادتي الأنكيفالين والمادة (P).
- 4 — اعتمادا على ما توصلت إليه أكتب بيانات الوثيقة (2).
- 5 — من تحليل التجربة (4) قدم فرضية توضح بها دور مادة المورفين.
- 6 — وضح برسم تخطيطي وظيفي آلية عمل المشبك (6) و(7).
- تمثل الوثيقة (4) شكل (أ) النموذج الجزيئي لجزيئة المورفين بينما الشكل (ب) يمثل مستقبلات بعد مشبكية للمشبك (7).
- 7 — ما هي المعلومة المستخرجة من هذه الوثيقة؟
- 8 — هل تؤكد هذه المعلومة فرضيتك السابقة؟ علل.

## تمرين 69

نريد دراسة آلية حدوث المنعكس الرضفي لذلك نقوم بالأعمال التالية :

I — يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) مخططا يوضح علاقة العصبونات التي تؤمن المنعكس الرضفي عند القط.

تعريض العضلة (ع1) لتمددات وذلك بربطها بأثقال متزايدة الكتلة حيث  $ك3 > ك2 > ك1$ .

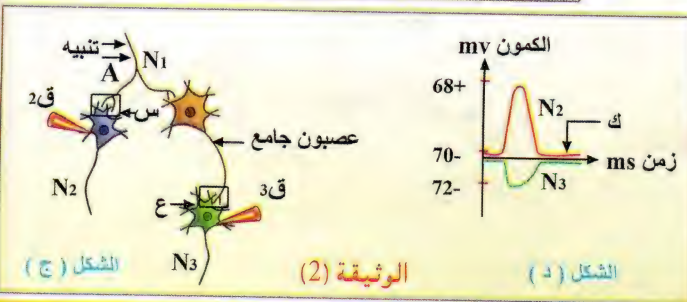


نسجل تغيرات تواتر كمون العمل في (N1) عن طريق المستقبل (ق1) المتصل براسم الذبذبات المهبطي. النتائج المتحصل عليها ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1)، كما يلاحظ استجابة العضلة (ع1) بالتقلص عند تعريضها للتمدد باستخدام الأثقال (ك2، ك3).

1 — استخلص دور العضلتين (ع1) و(ع2) في حدوث المنعكس الرضفي.

2 — ما تستخلص من تسجيلات الشكل (ب).

3 — نبيه الليف (N1) تنبيهها فعلا في (A) ونسجل النشاط الكهربائي للأجسام الخلية للألياف (N2) و(N3) بواسطة قطبي الاستقبال (ق2) و(ق3) لراسم الذبذبات المهبطي كما في الشكل (د) من الوثيقة (2)





والتسجيلات ممثلة في الشكل (د) من الوثيقة (2).

أ - سمي الظاهرة (ك) الموضحة في الشكل (د) وبين شروط تسجيلها.

ب - ما نوع المشبكين (س، ع) الممثلان في الشكل (د) مع التعليل.

ج - وضح برسم تخطيطي عليه البيانات آلية انتقال السيالة عبر المشبكين (س، ع).

د - باستعمال قطارة مجهرية نحقن مواد مختلفة في المشبكين (س، ع) ونسجل الاستجابة في الجسم الخلوي

بواسطة قطبي الاستقبال (ق2) أو (ق3) المتصلين بـ (N2) و (N3) على الترتيب كما في الشكل (د) للوثيقة

(2). النتائج المسجلة موضحة في الجدول التالي:

المواد المحقونة	Aspartate	GABA	Acide valproique	Picrotoxine
N <sub>2</sub>	نعم	لا	لا	لا
N <sub>3</sub>	لا	نعم	لا	لا
الاستجابة بعد التنبيه في (A) من (N1)				
		N <sub>2</sub>	لا	نعم
		N <sub>3</sub>	نعم	لا

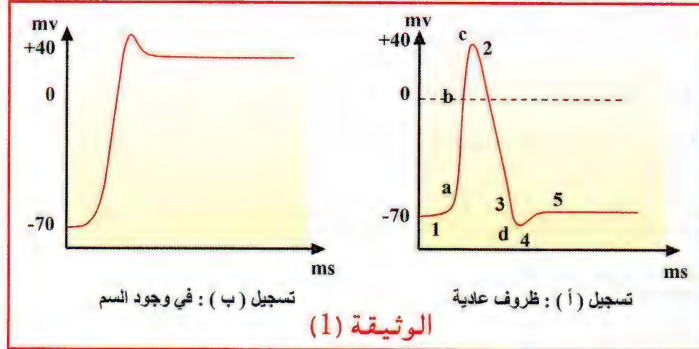
α - ما هو دور الأسبارتات (Aspartate) والـ (GABA) علما أنهما وسيطان كيميائيان ينتجان طبيعيا في العضوية؟

β - اقترح فرضية لتفسير عمل حمض الفالبرويك (Acide valproique) والبكروتوكسين (Picrotoxine).

من خلال ما سبق، اشرح ماذا يحدث إذا تعرضت العضلة (ع1) لقوى الشد؟

## تمرين 70

سجل التعرف على دور البروتينات المتدخلة في النقل العصبي وآلية تأثير نوع خاص من السموم التي تفرزها العقارب على هذه البروتينات نقترح ما يلي:



تنبه ليفا عصبيا معزولا تنبيهها فعلا في غياب السم وفي وجوده. النتائج المحصل عليها ملخصة في التسجيلين (أ)، (ب) للوثيقة (1).

أ - حلل منحنى التسجيل (أ) من الوثيقة (1).

ب - ماذا تستنتج؟

ج - مثل برسم تخطيطي ليف عصبي

تظهر فيه توزع الشحنات الكهربائية على جانبي الغشاء على مستوى النقاط المشار إليها بالأحرف (d, c, b, a).

د - ماذا تستنتج من مقارنة المنحنيين (أ)، (ب) من الوثيقة (1)؟

هـ - اعتمادا على هذه النتائج، اقترح فرضية تفسر بها تأثير هذا السم على الظواهر الكهربائية الموافقة لانتقال السيالة العصبية.

و - قصد الفهم الجيد لآلية تأثير هذا السم، نطبق الكمون المفروض على ليف عصبي في ظروف عادية، ثم نتتبع التيارات الكهربائية الداخلة والخارجة التي تعقب ذلك، نعيد التجربة في وجود السم.

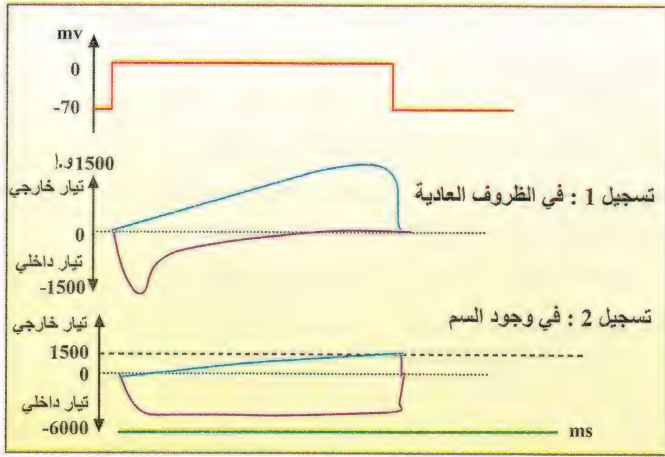
النتائج المحصل عليها ملخصة في الوثيقة (2).

أ - استنتج قيمة الكمون المفروض.

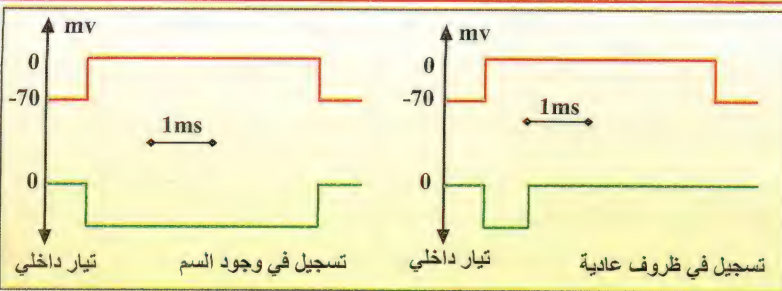
ب - حدد العلاقة بين التسجيل (1) من الوثيقة (2) والتسجيل (أ) من الوثيقة (1).

ج - هل تتوافق هذه النتائج التجريبية مع الفرضية التي قدمتها في السؤال 1 - هـ. علل.





(2) الوثيقة



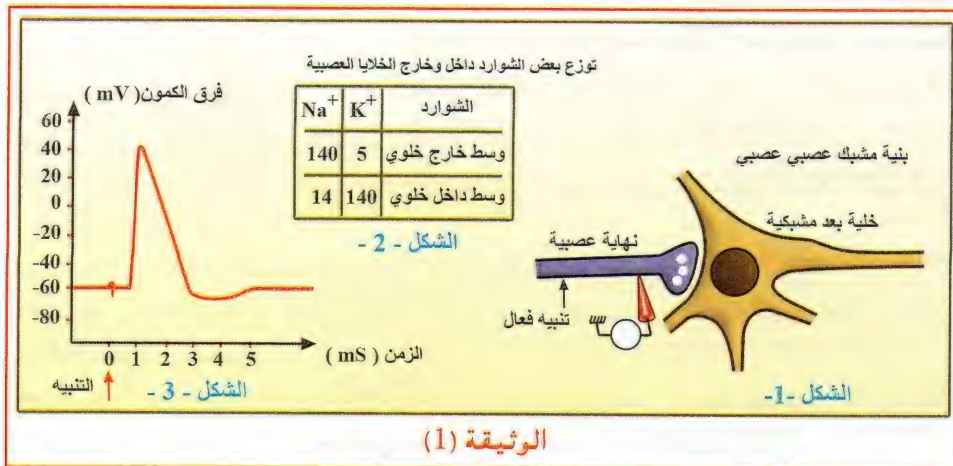
(3) الوثيقة

3 — على مستوى غشاء الليف العصبي توجد قنوات لا تسمح بمرور إلا نوعاً واحداً من الشوارد. باستعمال تقنية Patch-clamp نعزل أجزاء صغيرة من غشاء الليف تتضمن قناة واحدة ونفرض عليها الكمون السابق ونتتبع التيارات الداخلية والخارجية في غياب السم وفي وجوده. النتائج المحصل عليها مبينة في الوثيقة (3). أ — ما نوع القنوات المستعملة في هذه التجربة؟ علل.

ب — قارن بين المنحنين. ماذا تستنتج؟ ج — انطلاقاً من الوثائق المقدمة ومعلوماتك لخص آلية تأثير هذا السم على البروتينات الخاصة بالنقل العصبي.

## تمرين 71

1 — يتجلى كمون العمل في تغيرات قصيرة المدى للاستقطاب الغشائي في نقطة من العصبون، نبحث عن الظواهر الأيونية التي هي أساس كمون العمل. يبين الشكل 1 من الوثيقة (1) تمفصلاً عصبياً، وبين الشكل 2 التوزيع الأيوني لشوارد  $K^+$  و  $Na^+$  للأوساط خارج خلوية وداخل المحور عملاق للكالمار (ميلي مول/لتر). وبين الشكل 3 تغيرات الكمون الغشائي العصبي أثناء تنبيه فعال.

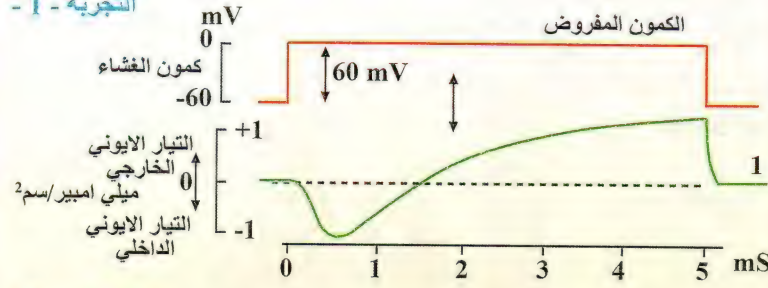


(1) الوثيقة

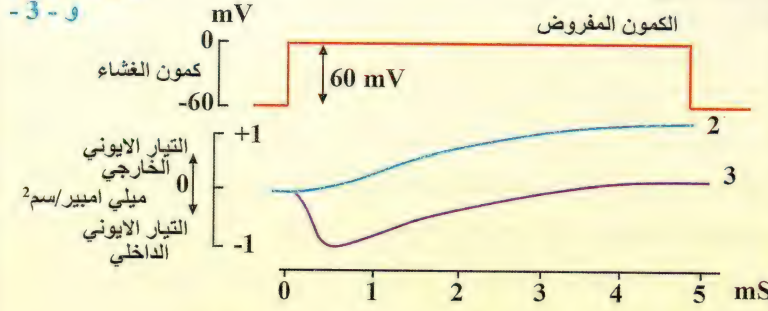
أ — سم المنحنى المسجل في الوثيقة (1) بعد إحداث التنبيه الفعال. ب — ما هي الإشكالية التي تطرحها بنية المشبك فيما يخص انتشار السيالة العصبية؟ ج — ما هي الإشكالية التي تطرحها جدول قياسات الأيونات داخل وخارج الخلية؟



### التجربة - 1 -



### التجربة 2 - و - 3 -



2 - في وجود تترادوتوكسين 3 - في وجود TEA

**2 - تجربة 1:** سمح فرض كمون ذو مدة وقيمة ملائمتين على غشاء المحور العملاق للكالمار وقياس قيمة التيارات الأيونية التي تجتاز غشاء العصبون بالحصول على النتائج المبينة بالتسجيل 1.

**تجربة 2:** التيتروودوكسين سم مستخلص من بعض أعضاء سمك الترودون. يوقف آلية نفاذية الصوديوم إلى المحور العملاق للكالمار. عند تطبيق هذا السم خارج الخلية، ومقدار الكمون المفروض هو 0 ميلي فولط (mv)، نتحصل النتائج المبينة بالتسجيل 2.

**تجربة 3:** رباعي أثيل أمونيوم (TEA) مركب يوقف انتقائياً نفاذية أيونات  $K^+$ . عند تطبيق

هذا السم داخل المحور العصبي العملاق للكالمار، ومقدار الكمون المفروض هو 0 ميلي فولط (mv)، نتحصل على نتائج التسجيل 3.

أ - حلل نتائج التسجيل 1.

ب - ما هي المعلومات المستخرجة من مقارنة التسجيلين 2 و 3 مع التسجيل 1.

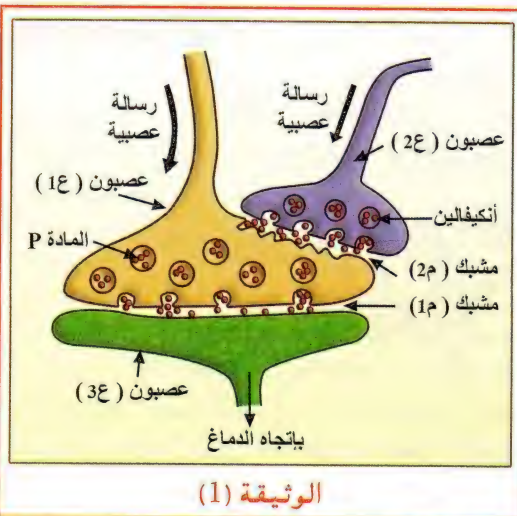
ج - إذا علمت أن التيارات المسجلة تتم عبر قنوات غشائية فولطية وأنها سبب تغيرات كمون الأغشية العصبية قبل المشبكية أثناء أي تنبيه فعال.

ج 1 - علل هذه التسمية

ج 2 - حدد مسؤولية كل تيار في نشوء كمون العمل المسجل في الوثيقة (1).

د - حدد إذا مسؤولية نشوء الكمون المسجل (60 - mv) قبل إحداث التنبيه. علل إجابتك.

## تمرين 72



تدخل المراكز العصبية في مختلف الإحساسات التي يشعر بها الفرد، ويهدف التعرف على طريقة تأثير المخدرات على مستوى هذه المراكز أنجزت الدراسة التالية :

**1 - تمثل الوثيقة (1) العلاقة البنوية والوظيفية لسلسلة**

عصبونات تتدخل في نقل الألم موجود على مستوى القرن

الخلفي للنخاع الشوكي، حيث :

• العصبون 1ع : عصبون حسي.

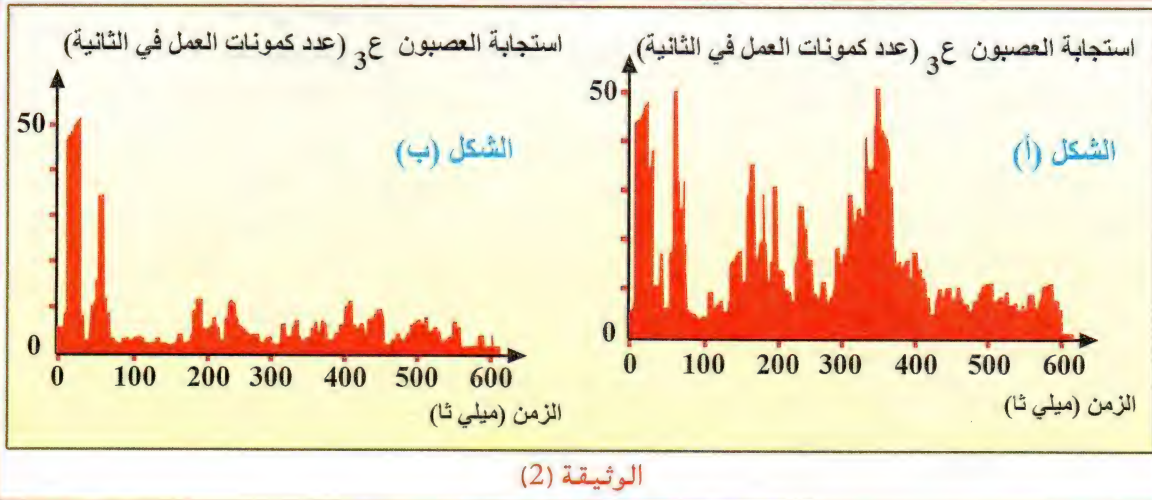
• العصبون 2ع : عصبون جامع.

• العصبون 3ع : العصبون الناقل للألم باتجاه الدماغ.

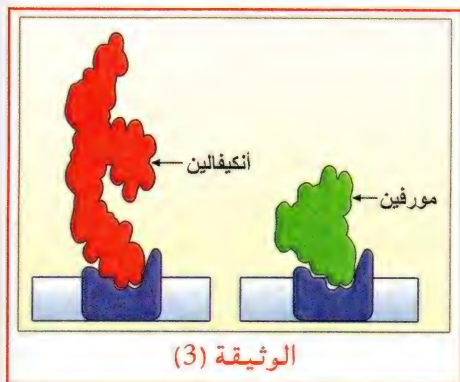
- تمثل الوثيقة (2) نتائج تواتر كمونات عمل على مستوى

العصبون 3ع حيث تم الحصول على :



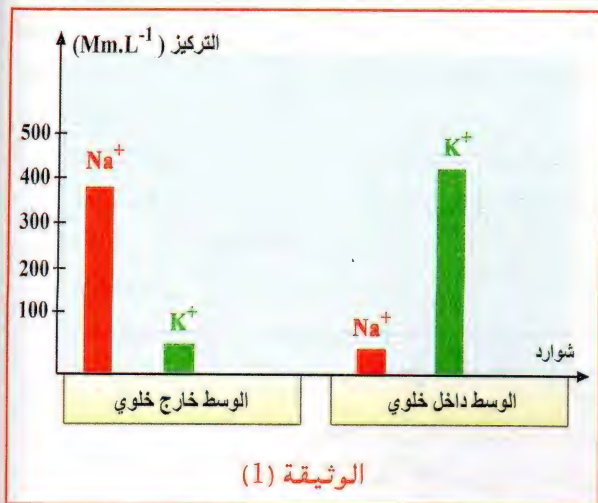


- الشكل "أ" بعد إحداث تنبيه فعال في العصبون ع1.
- الشكل "ب" بعد 5 دقائق من إضافة المورفين على مستوى المشبك م2، وإحداث تنبيه فعال في العصبون ع1.
- 1 - حلل النتائج الممثلة في الشكلين "أ" و "ب".
- 2 - ماذا تستخلص؟
- 3 - قدم فرضية تفسر بها طريقة تأثير المورفين على مستوى سلسلة العصبونات المبنية في الشكل "أ" من الوثيقة (2).



- II - للتحقق من الفرضية السابقة نقترح ما يلي:
- 1 - نتائج تجريبية:
- أدى تنبيه كهربائي فعال في العصبون ع1 إلى الإحساس بالألم من جهة، وظهور كثيف للمادة P في المشبك م1 من جهة أخرى.
- عند إحداث تنبيه كهربائي فعال في كل من العصبون ع2 والعصبون ع1 لم يتم الإحساس بالألم وبالمقابل سجل وجود مادة الأنكيفالين في المشبك م2 بتركيز كبير.
- 2 - كيف تفسر هذه النتائج؟
- 3 - تشمل الوثيقة (3) البنية الفراغية لكل من المورفين والانكيفالين وطريقة ارتباطهما بالغشاء بعد المشبكي للعصبون ع1. حلل هذه الوثيقة.
- 3 - هل تسمح لك كل من النتائج التجريبية والوثيقة (3) بالتحقق من الفرضية المقترحة سابقاً؟ علل إجابتك.

## تمرين 73

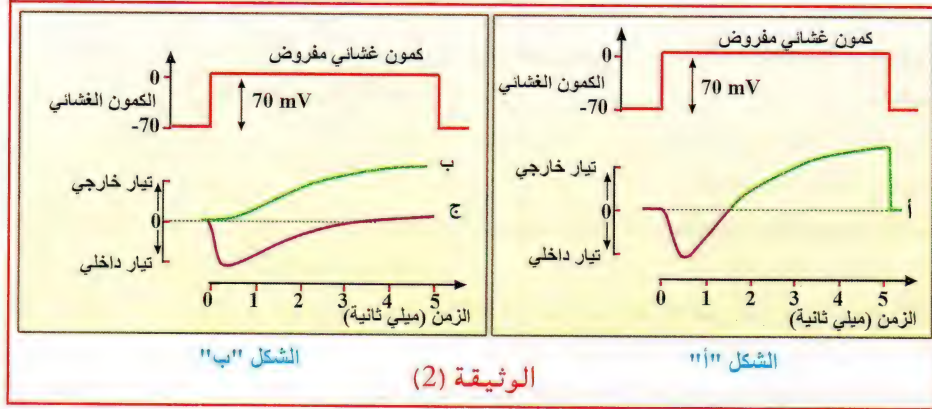


يؤدي التنبيه الكهربائي الفعال إلى توليد كمون عمل غشائي، ومن أجل معرفة الظواهر الأيونية المصاحبة له أجريت الدراسة التالية:

- 1 - تمثل الوثيقة (1) توزيع شوارد كل من  $Na^+$  و  $K^+$  داخل وخارج المحور العملاق للكالمار.
- أ - حلل النتائج الممثلة بالوثيقة (1).
- ب - ماذا تستنتج فيما يخص الكمون الغشائي؟
- 2 - لغرض تفسير الشوارد المسببة لكمون العمل إليك:
- يقدر الكمون الغشائي للمحور العملاق للكالمار بحوالي  $-70\text{mv}$ .



- يفرض (يطبق) كمون معدل قيمته (+70mv) فيتنبه الغشاء.
- يبين التسجيل (أ) من الشكل "أ" للوثيقة (2) التيارات الأيونية الناتجة عن ذلك التنبيه.
- ماذا يقدم لك هذا التسجيل كتفسير أولي لحركة الشوارد المسببة لكمون العمل؟

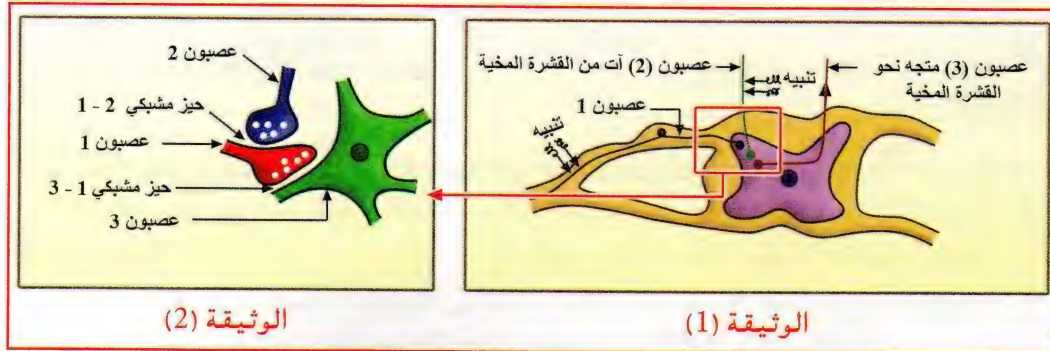


- 3- من أجل تحديد نوع الشوارد المتحركة نتيجة التنبيه (الكمون المفروض)، جعل الغشاء الهيليولي فاصلاً بين وسطين متساويي التركيز لـ  $Na^+$  واستبدل جزء من  $Na^+$  الوسط الخارجي بقاعدة الكولين موجبة الشحنة (هذه الأخيرة غير نفوذة عبر الغشاء)، ثم طبق على المحور الكمون المعدل السابق.
- يبين التسجيل (ب) من الشكل "ب" للوثيقة (2) النتيجة المحصل عليها.
- أ - قارن بين التسجيلين (أ، ب).
- ب - ماذا يمكنك استنتاجه؟
- 4- أعيدت نفس التجربة السابقة ولكن باستبدال شوارد داخل خلوي بالكولين بحيث يصبح تركيزها داخل المحور وخارجه متساوياً، فتم الحصول على التسجيل (ج) من الشكل "ب" للوثيقة (2).
- من التحليل المقارن للتسجيلين (أ، ج) ما هي المعلومة الإضافية التي يمكنك استخراجها؟
- 5- مما سبق وبلاستعانة بمعلوماتك أجب عن الأسئلة التالية:
- أ - لماذا تم تعويض شوارد  $Na^+$  و  $K^+$  بالكولين؟
- ب - ما هي الظواهر الأيونية المصاحبة لكمون العمل؟
- ج - ما هو التسجيل الذي يمكن الحصول عليه عند استبدال كامل لـ  $Na^+$  الخارجي بالكولين؟ وضع إجابتك.
- د - هل نتحصل على كمون عمل عند تعويض  $K^+$  بالكولين؟ وضع إجابتك.

## تمرين 74

الإحساس بالألم يتطلب تدخل سلاسل عصبونية متعددة، ومراكز عصبية ولدراسة بعض آليات انتقال سيالات الإحساس بالألم وبعض مظاهره البيوكيميائية، نقوم بسلسلة تجارب باستعمال التركيب التجريبي المبين بالوثيقة رقم (1).

وتتل الوثيقة رقم (2) منظراً مكبراً للجزء المؤثر من الوثيقة (1).



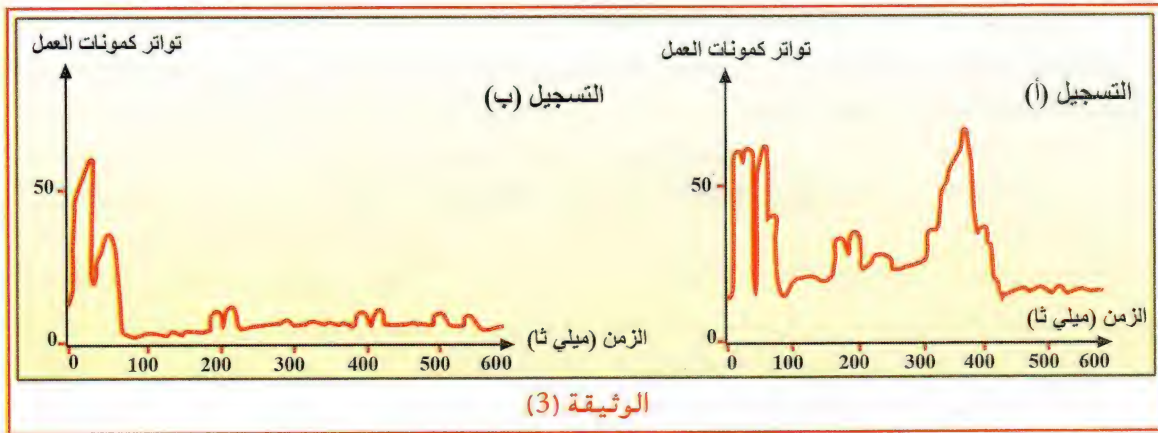


**تجربة 1 :** إن التنبيه الكهربائي للألياف العصبية الحسية رقم (1) يولد إحساساً بالألم وأظهر التحليل الكيميائي الدقيق لسائل الحيز المشبكي (1، 3) بعد التنبيه ارتفاع تركيز مادة كيميائية (س).  
**تجربة 2 :** أدى التنبيه الكهربائي للعصبون رقم (2) الصادر من منطقة مخية والمتبوع بإحداث تنبيهات فعالة للعصبون رقم (1) إلى:

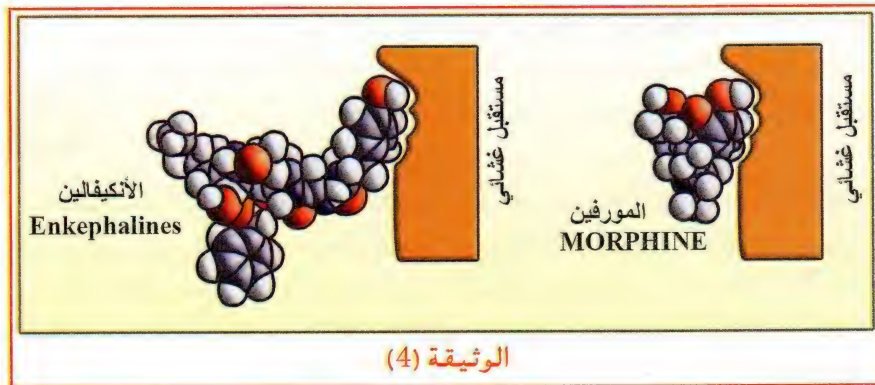
- زيادة في تركيز مادة Enképhalines على مستوى الحيز المشبكي (2 - 1).
- نقصان تركيز المادة (س) في الحيز المشبكي (1 - 3).
- فقدان الإحساس بالألم.

### تجربة 3 :

- أدى التنبيه الفعال للعصبون رقم (1) إلى استجابة العصبون رقم (3) باستجابة معبر عنها بتواتر كمونات العمل المرسلة نحو القشرة المخية والمبنية بالتسجيل (أ).
- وأدى تنبيه ماثل للعصبون رقم (1) بعد خمس (5) دقائق من حقن مادة المورفين إلى استجابة العصبون رقم (3) باستجابة يوضحها التسجيل (ب).



**تجربة 4 :** تقدم الوثيقة رقم (3) تصورا للرابطة الجزيئية لـ Enképhalines والمورفين مع نفس المستقبل الغشائي للغشاء بعد مشبكي.

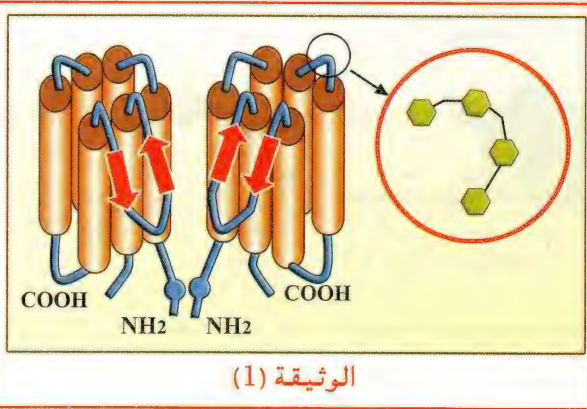


### المطلوب:

بعد تحليلك لنتائج التجارب السابقة، ما هي الخلاصة التي يمكنك التوصل إليها بخصوص:

- 1 - مصدر الإحساس بالألم.
- 2 - المراقبة الطبيعية للألم.
- 3 - المراقبة الطبية للألم.
- 4 - نمط تأثير المورفين: مقارنة بالمادة الطبيعية الانكفالين Enképhalines.





١ - بتقنية خاصة تم عزل وتنقية بعض الجزيئات من أغشية خلايا عصبية ثم عومل محلولها بالصودا NaOH وكبريتات النحاس  $CuSO_4$  نتج عن المعاملة حلقة بنفسجية.

1 - ما اسم هذا التفاعل ؟ إذا ما هي الطبيعة الكيميائية لهذه الجزيئات ؟

2 - أعطيت الدراسة الكيميائية لتلك الجزيئات النتائج الممثلة بالوثيقة (1) :

أ - مثل بنية الجزء المؤطر المكبر من الوثيقة باستعمال الصيغة العامة لوحداته البنائية.

ب - تعرف على بنية الجزيئة الممثلة بالوثيقة (1) علل اجابتك.

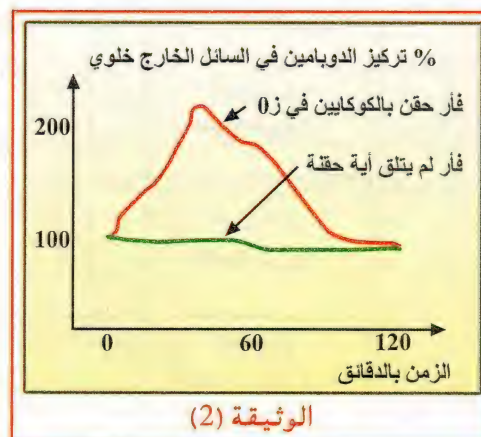
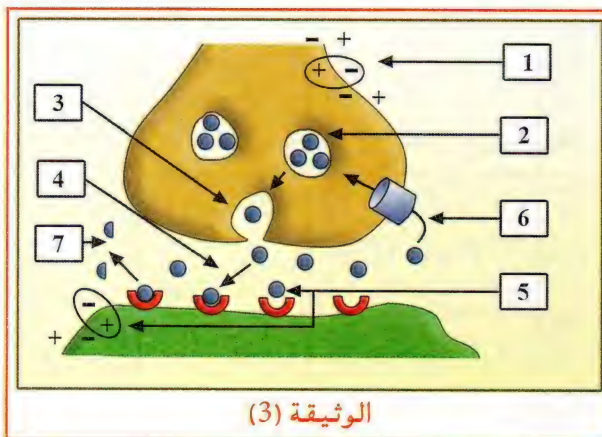
ج - إذا علمت أن الجزيئة المعنية في هذه الدراسة هي إحدى القنوات الفولطية الخاصة بالبوتاسيوم، اقترح فرضية تبرر بها علاقة بنية هذه الجزيئة بالوظيفة التي تقوم بها.

٢ - تلعب الجزيئات السابقة دورا أساسيا في انتقال المعلومات العصبية سواء على طول الليف العصبي أو المشابك يرافقها تفاعل الكثير من الجزيئات الطبيعية أو الاصطناعية مع تلك البروتينات خاصة على مستوى المشابك مما يؤثر على انتقال المعلومات العصبية في هذا المستوى، وينتج عن التعاطي المستمر لهذه الجزيئات السقوط في مصيدة بيولوجية وهي الإدمان. من أخطر هذه الجزيئات الطبيعية الكوكايين والمورفين التي تؤثر على للعصبونات المتواجدة على مستوى المخ والتي عند تنبيهها تفرز مبلغ كيميائي معروف بالدوبامين - Dop mine فينتاب الشخص حالة من الراحة النفسية والمتعة، تعرف هذه السلسلة من العصبونات بنظام المكافاة .

1 - قصد معرفة آلية تأثير المخدرات مثل الكوكايين على النقل المشبكي وبالتالي على النشاط العصبي تم إدخال الكترود مجهري في منطقة معينة من مخ الفأر متصل بنظام لتتبع تغيرات تركيز الدوبامين في السائل المحيط بالعصبونات، نتائج التجربة المنجزة ممثلة في الوثيقة (2).

حلل الوثيقة (2). ما هي المعلومة المستخرجة فيما يخص تأثير المخدر ؟

2 - تبين الوثيقة (3) مخطط آلية عمل مشبك يعمل بالدوبامين.

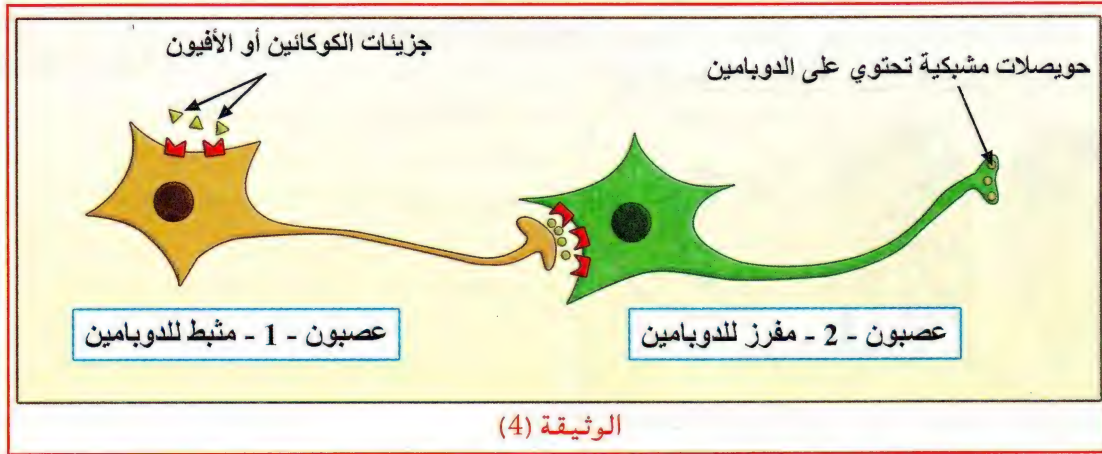


أ - استنادا إلى الوثيقة (3) واعتمادا على أرقام الوثيقة اشرح آلية عمل هذا المشبك .

ب - اليك الوثيقة (4) الموجودة في الصفحة الموالية :

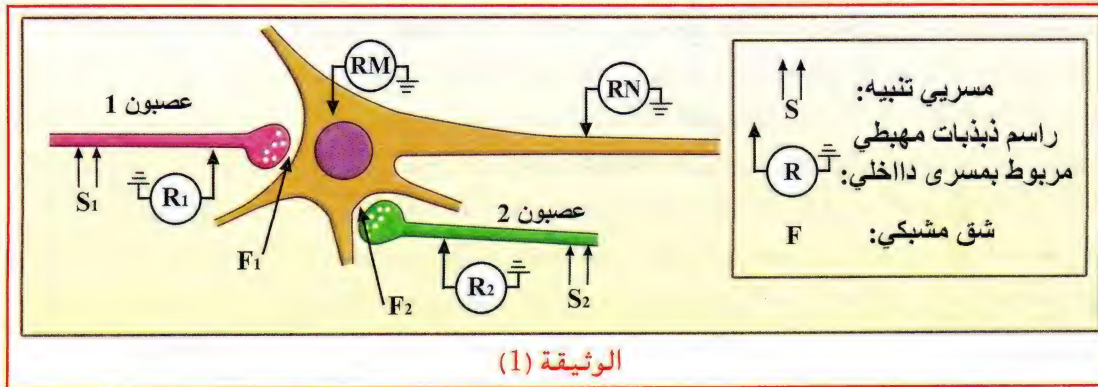
معتمدا على الوثيقة (4) بين تأثير الكوكايين على النشاط العصبي مبرزا في نفس الوقت خطر التناول المستمر للكوكايين.



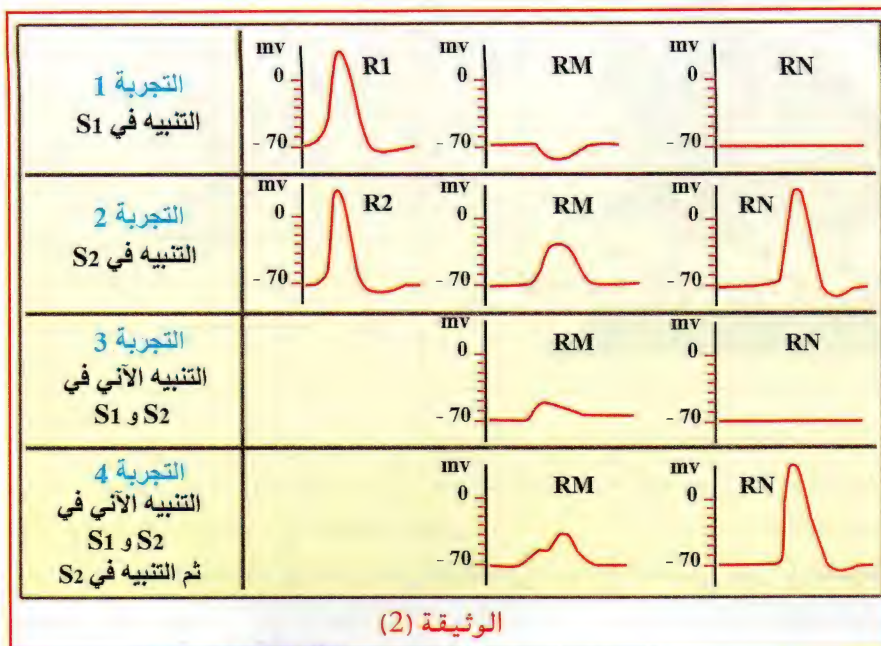


## تمرين 76

للتعرف على بعض مظاهر النشاط العصبي لحيوان وعلاقة ذلك بالبروتينات الغشائية للخلايا العصبية أنجزنا التركيب التجريبي الموضح بالوثيقة (1)، قمنا بإنجاز تجارب على مستوى عصبونات محرّكة من النخاع الشوكي للحيوان.

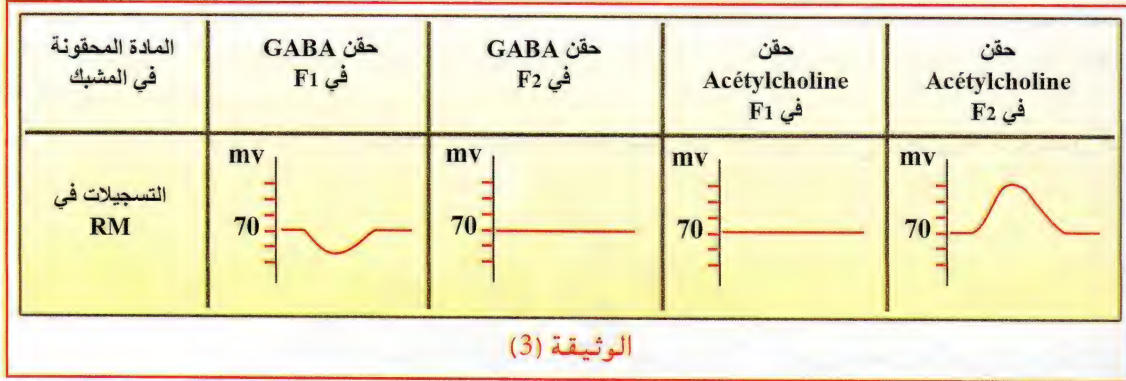


أ - أما الوثيقة (2) فتمثل ثلاثة تجارب مختلفة ونتائجها :

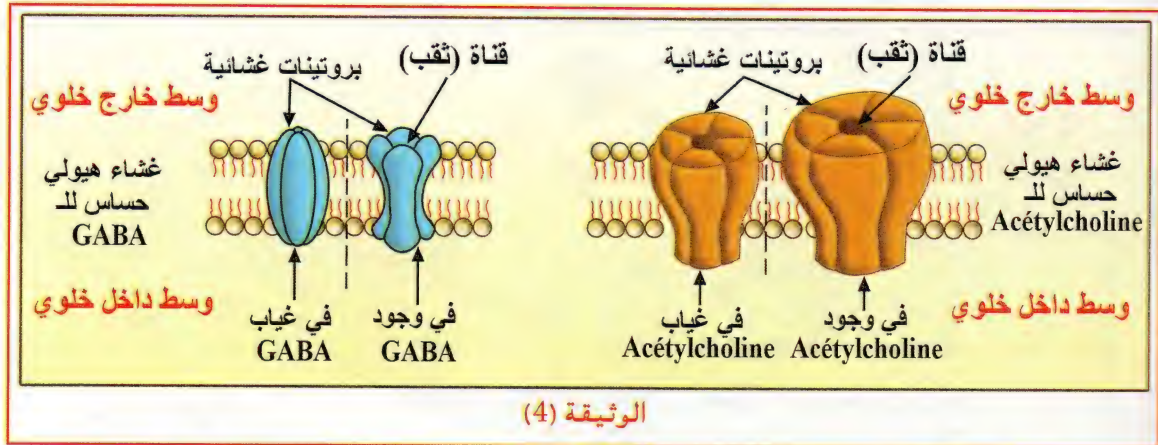




- 1 - قارن بين التسجيلات المحصل عليها في كل من التجريبتين 1 و 2.
- 2 - حدد طبيعة المشبكين F1 و F2 مع التعليل.
- 3 - فسر التسجيلين في المحور الاسطواني للعصبون المحرك RN المحصل عليهما خلال التجارب 3، 4؟  
**ب -** ولفهم آلية عمل المشبكين السابقين أنجزت تجارب أخرى:
- 1 - بواسطة قطارة مجهرية تم حقن قطرة من الـ GABA أو الـ Acetylcholine على مستوى F1 و F2 وذلك في غياب أي تنبيه، النتائج المحصل عيلها ممثلة في الوثيقة (3).



- 2 - الدراسة الدقيقة لغشاء العصبون المحرك مكنتنا من وضع الوثيقة (4).



- 3 - إلى ما ذا يعود تخصص غشاء العصبون المحرك في توليد الرسالة العصبية بعد المشبكية؟
- 3 - التحليل الكيميائي لكل من للسائل المحيط بالعصبون المحرك وهويلته في حالة الراحة، أعطت النتائج الموضحة في الجدول التالي :

الشاردة	الداخل خلوي	الخارج خلوي
Na <sup>+</sup>	440	49
K <sup>+</sup>	22	410
Cl <sup>-</sup>	560	40

- من قيم الجدول استخرج المعلومات التي تتعلق بخصائص عمل غشاء العصبون الحركي؟
- ج -** استنادا إلى المعلومات المستخرجة من هذه الدراسة ومعلوماتك بين بواسطة نص علمي العمل المتخصص للبروتينات في النشاط العصبي المدروس.



## كمون الراحة

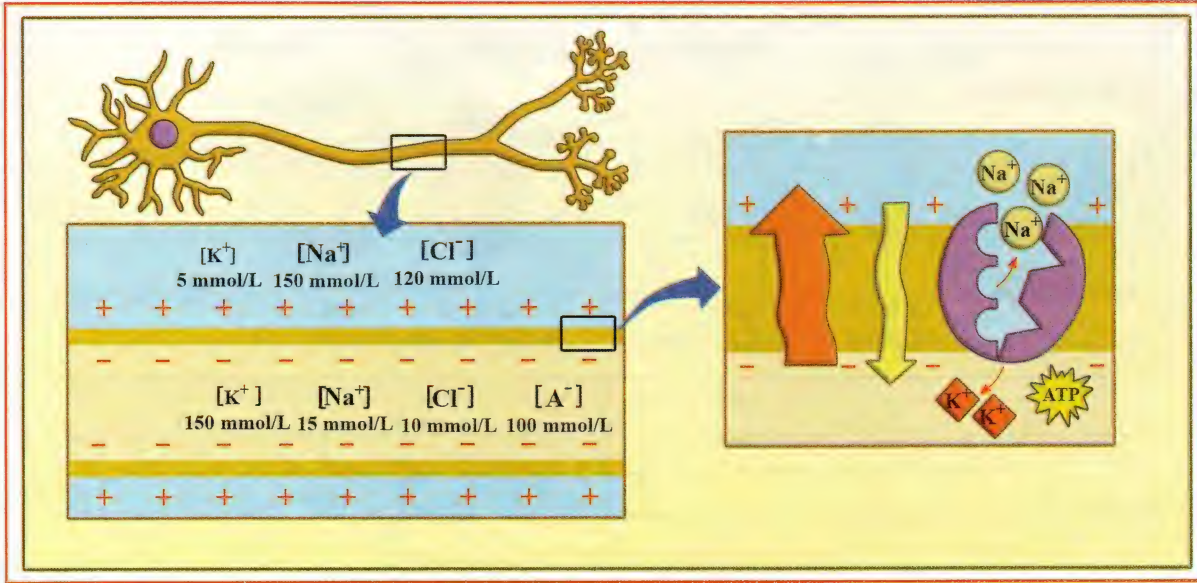
يكون غشاء العصبون اثناء الراحة مستقطبا وسببه هو التوزيع المتباين للشوارد على جانبي الغشاء.  
دور البروتينات الغشائية في المحافظة على كمون الراحة :

– تمتاز قنوات تسرب الـ  $\text{Na}^+$  والـ  $\text{K}^+$  بما يلي :

- ذات طبيعة بروتينية.
- تخترق الغشاء الهولي.
- مفتوحة باستمرار.
- تنقل الشوارد حسب تدرج التركيز، هناك قنوات خاصة بنقل الـ  $\text{K}^+$  نحو الخارج وأخرى خاصة بنقل الـ  $\text{Na}^+$  نحو الداخل.

– تمتاز المضخة بما يلي :

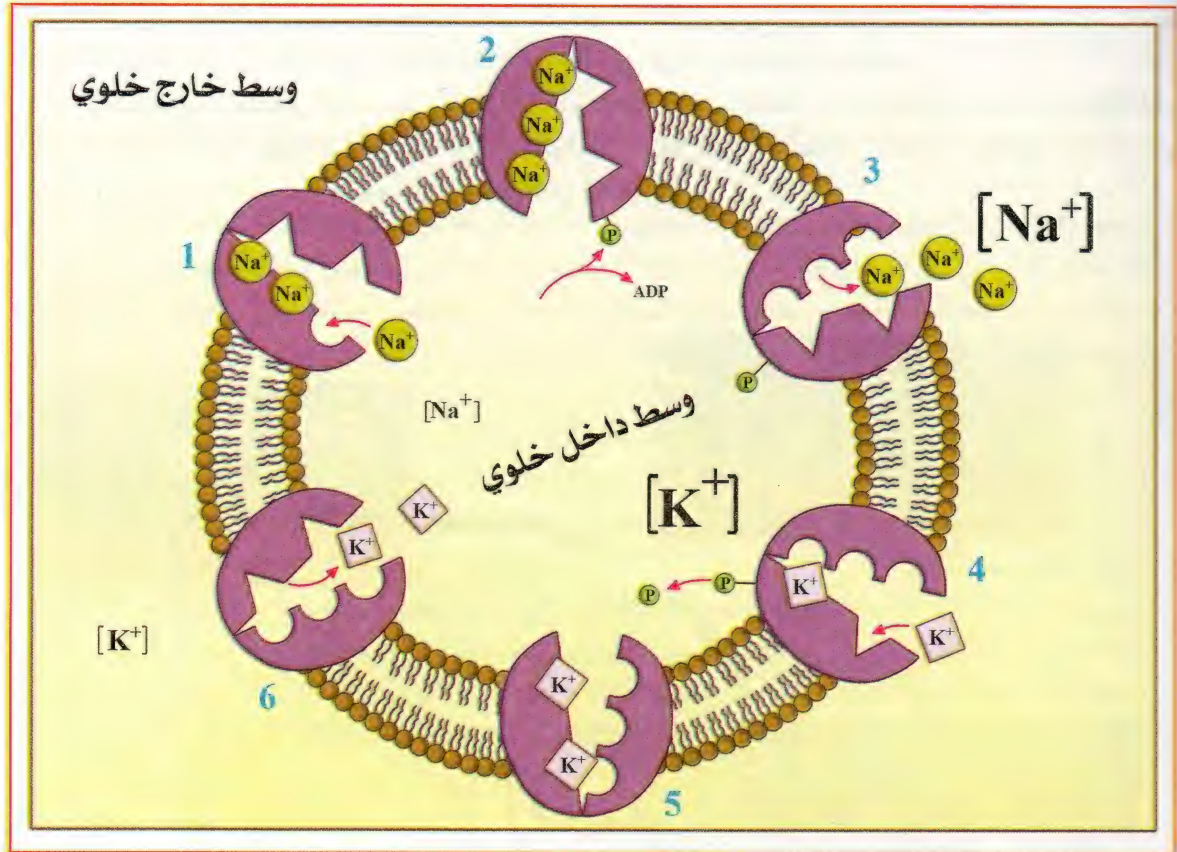
- بروتين ضمني كبير يحتوي نشاط انزيمي من نوع الـ ATPase.
- يحافظ على ثبات كمون الراحة بطرح 3  $\text{Na}^+$  نحو الخارج وحقن 2  $\text{K}^+$  نحو الداخل عكس تدرج التركيز.
- تستهلك طاقة على شكل ATP .
- تتغير البنية الفراغية للمضخة اثناء العمل بحيث تصبح مفتوحة باتجاه الداخل أو الخارج.





## عمل المضخة

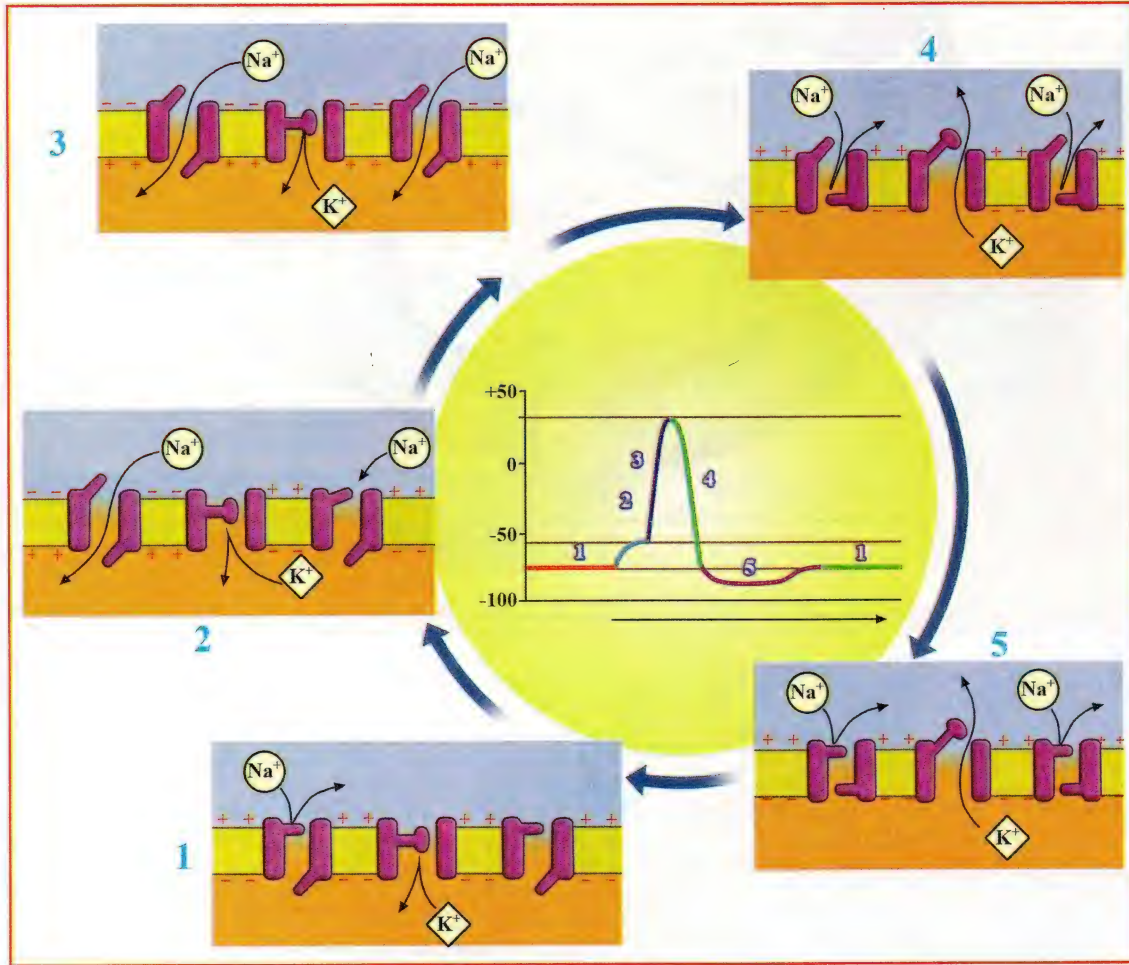
- 1- ارتباط الـ  $\text{Na}^+$  بالمضخة المنفتحة نحو الداخل.
- 2- فسفرة المضخة بالـ ATP يتسبب في تغيير شكل المضخة.
- 3- نتيجة تغيير شكل المضخة، تصبح منفتحة باتجاه الخارج فتحرر الـ  $\text{Na}^+$  وتسمح بتثبيت الـ  $\text{K}^+$ .
- 4- ارتباط الـ  $\text{K}^+$  يتسبب في فقد مجموعة الفوسفات.
- 5- فقد مجموعة الفوسفات تعيد لبروتين المضخة شكله الاصلي فيصبح منفتحا باتجاه الداخل.
- 6- إعادة الشكل الاصلي يسمح بتحرر الـ  $\text{K}^+$  وتصبح جاهزا للارتباط بالـ  $\text{Na}^+$  وهكذا.





## دور القنوات المرتبطة بالفولطية في كمون العمل

- 1 — حالة الراحة : قنوات الـ  $\text{Na}^+$  وقنوات الـ  $\text{K}^+$  المرتبطتان بالفولطية مغلقة. إن كمون الراحة للغشاء مستقر عند -70 ملي فولط .
- 2 — عتبة التنبيه : إن التنبيه يعمل على فتح بعض قنوات الـ  $\text{Na}^+$  المرتبطة بالفولطية، إذا كان دخول الـ  $\text{Na}^+$  يرفع الكمون الى غاية عتبة التنبيه فبقنوات اخرى للـ  $\text{Na}^+$  تنفتح مولدة كمون عمل.
- 3 — مرحلة زوال وانعكاس الاستقطاب لكمون العمل : ان سداة التنشيط لقنوات الـ  $\text{Na}^+$  مفتوحة، بينما تلك الخاصة بقنوات الـ  $\text{K}^+$  تبقى مغلقة. ان شوارد الـ  $\text{Na}^+$  تتدفق الى داخل الخلية فيصبح الوسط الداخلي خلوي مشحونا بالموجب فيحدث زوال وانعكاس الاستقطاب.
- 4 — مرحلة عودة الاستقطاب لكمون العمل : ان سدادات التثبيط تغلق قنوات الـ  $\text{Na}^+$  المتعلقة بالفولطية في حين قنوات الـ  $\text{K}^+$  المتعلقة بالفولطية تفتح، فتخرج شوارد الـ  $\text{K}^+$  الى خارج الخلية. ان فقدان الشحنات الموجبة يجعل الوسط الداخلي خلوي اكثر سلبية من الوسط الخارج خلوي فيحدث عودة الاستقطاب.
- 5 — فرط الاستقطاب : سدادتي التنشيط والتثبيط لقنوات الـ  $\text{Na}^+$  مغلقة، في حين تبقى سداة التنشيط لقنوات الـ  $\text{K}^+$  مفتوحة لانها بطيئة الانغلاق ولا يكفيها الوقت لرد فعل لعودة استقطاب الغشاء. فيكفي من 1 الى 2 ملي ثانية لاسترجاع حالة الراحة والعصبون يكون جاهزا للتفاعل.



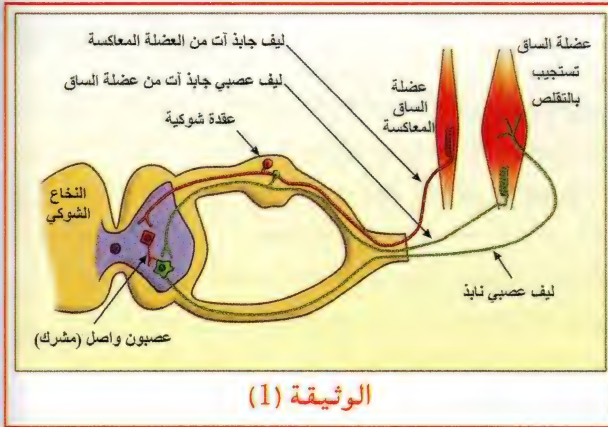


- استجابات العصبون الحركي للمعلومة المنقولة من طرف الألياف الجابذة في المنعكس العضلي.
- 1 - **تفسير الوثيقة 1 :** تم الحصول على التسجيلات أثناء تنبيه الألياف من النمط 1 وهي ألياف جابذة آتية من العضلة التي يعصبها العصبون الحركي، بتنبيهات متزايدة الشدة.
- التجربة 3 : التنبيه كان بتيار شدته C وهي أكبر شدة أثناء هذه التجارب. إن التسجيل المحصل عليه مميز لكمون عمل، فهو يحتوي على مرحلة زوال إستقطاب متبوع بإنعكاس الإستقطاب ثم مرحلة عودة الإستقطاب.
- التجارب 1 و 2 : إن التسجيلات المحصل عليها بعد التنبيهات A و B شدتها أقل من C وهي عبارة عن زوال إستقطاب ضعيف السعة حيث التسجيل المحصل عليه في التجربة رقم 2 < تلك المحصل عليه في التجربة رقم 1 وهذه التسجيلات متبوعة بعودة الإستقطاب وهي مميزة:
- كمونات بعد مشبكية منبهة PPSE سعتها لم تصل إلى عتبة زوال الإستقطاب كي يولد كمون عمل هذه العتبة تكون في حدود (50 mv -) إذا إعتدنا على تسجيل التجربة رقم 3.
  - التجربة 4 : إن تنبيهين متقاربين بشدة تساوي B تسمح بتسجيل كمونات من نوع الـ PPSE التي تشكلت تقريبا في نفس الوقت تجمع أي هناك تجميع. فإن التسجيلين لا يصلان إلى عتبة كمون العمل.
- 2 - إن كمون عمل العنصر القبل مشبكي يؤدي إلى تحرير كمية غير كافية من المبلغ الكيميائي لا يؤدي إلى زوال إستقطاب العصبون البعد مشبكي حتى العتبة.
- إن شدة التنبيه تترجم بتواتر كمونات عمل في الليف الجابذ، فبشدة C (التجربة رقم 3) فإن التواتر يكون بقيمة يسمح بتوليد كمون عمل في العصبون البعد مشبكي.
- في التجربة 5 : إن جزئيات الوسيط الكيميائي المحررة أثناء التنبيه الأول لا زالت موجودة عند تحرير الوسيط للمرة الثانية نتيجة للتنبيه الثاني، إذا هناك جمع بين تأثيرهما وسعة الـ PPSE تصل إلى العتبة مما يؤدي إلى توليد كمون عمل.
- 3 - **تفسير الوثيقة 2 :** التسجيلات المحصل عليها عند تنبيه ألياف من النمط 2 الآتية من العضلات المعاكسة باستعمال شدات مختلفة للتنبيه فإن التسجيلات المحصل عليها تبين تغير الكمون الذي تميز بفرط الإستقطاب سعته تزداد بزيادة شدة المنبه، إن مدة التسجيل تزداد بزيادة شدة المنبه. إن الكمون يبتعد عن عتبة توليد كمون العمل، فإن التسجيلات هي عبارة عن كمونات بعد مشبكية مثبطة PPSI، المشابك المعنية هي مشابك مثبطة، هذه المشابك تعمل كالمشابك المنبهة :
- تصل كمونات عمل إلى نهاية الليف القبل مشبكي.
  - إن وصول كمونات العمل يعمل على تحرير مبلغ كيميائي في الشق المشبكي.
  - هذا المبلغ يتثبت على مستقبلات نوعية على غشاء العصبون البعد مشبكي.
  - لكن تثبيت المبلغ الكيميائي في هذه الحالة عبارة عن فرط الإستقطاب سعته تختلف باختلاف تركيز المبلغ الكيميائي المحررة.
  - إن نفس الاستجابة نتحصل عليها بشدات تنبيه D و E إذا يمكن القول أن كل المستقبلات مشغولة (مشبعة).
- 4 - **الزمن الضائع الملاحظ في السلسلتين من التجارب :**
- الزمن الضائع : هو الزمن الذي يفصل التنبيه وتغير الكمون المسجل.
  - يمكن تقديره بما أن التنبيه مؤشر على التسجيل ولدينا سلم الزمن بالملي ثانية.
  - إنه قصير جدا في السلسلة الأولى من التجارب (حوالي 1 ملي ثانية).
  - فهو أطول حوالي (2 ملي ثانية) في السلسلة الثانية من التجارب.
  - الظواهر التي تحدث في المشبك تستغرق مدة زمنية حوالي 1 ملي ثانية.
  - يمكن التفكير في أن الألياف من النمط 1 متصلة مباشرة بالعصبون الحركي، بينما يوجد عصبون جامع بين الألياف



من النمط 2 والعصبون الحركي (لاحظ الرسم التخطيطي الموالي).

5 - رسم شبكة من العصبونات المتدخلة في المنعكس العضلي الناتج عن التمدد المفاجئ لعضلة الساق وتنبيه الوتر العضلي.



الوثيقة (1)

إن تمدد عضلة الساق يؤدي إلى تقلص العضلة : إن عصبون حسي يتمفصل مباشرة مع العصبون الحركي، إن القوس الإنعكاسية إحادية المشبك (الوثيقة 1).

— إن العصبون الحركي يتلقى أيضا معلومات عن حالة تقلص العضلات المتعاكسة.

إن الاحتفاظ بالتوازن يتطلب إدماج هذه المعلومات من طرف العصبون الحركي الذي يؤدي إلى إستجابة مكيفة، إن القوس الإنعكاسية تتضمن ألياف جابذة من العضلة المعاكسة فهي تحتوي على مشبكين، إن تدخل المشابك المثبطة على مستوى العصبون الحركي يكيف إستجابة العصبون الحركي.

## اجابة التمرين 2

I - 1 - المعلومات المستخلصة: إنتقال النبأ إلى الخلية البعد مشبكية إثر تنبيه الخلية القبل مشبكية مع وجود تأخر زمني.

2 - لم يتولد كمون عمل عند حقن الكميات 1ك، 2ك، 3ك من الأستيل كولين لأنها لم تصل إلى عتبة التنبيه.

— يتولد كمون عمل عند حقن الكمية 4ك من الأستيل كولين لأنها تساوي العتبة أو أكبر منها.

الإستنتاج: يجب أن تكون كمية الأستيل كولين المحقونة كافية لتوليد كمون عمل (العتبة).

3 - المعلومة المستخلصة: إن كمية الـ ACH المحررة تتوقف على شدة التنبيه و بالتالي سعة الكمون المسجل يعود إلى كمية الأستيل كولين المحررة.

II - أ - 1 - إن سعة الإستجابات مرتبطة بعدد القنوات الغشائية المفتوحة وهذه الأخيرة مرتبطة بكمية الأستيل كولين المحررة والمرتبطة على المستقبلات الغشائية وكمية الـ ACH المحررة والمثبتة على المستقبلات الغشائية مرتبطة بشدة التنبيه أي كلما زادت شدة المنبه زادت كمية الـ ACH المحررة فتزداد القنوات المفتوحة فتزداد سعة التسجيل.

2 - كلا : لان كمية الـ ACH هي المحددة لسعة الكمون المسجل وهذا الأخير لا ينتشر إلا إذا كان يساوي أو أكبر من عتبة التنبيه حيث 3ك أقل من عتبة التنبيه.

ب - 1 - المقارنة: في التجربة 1: تشكيل كمون عمل واحد فقط.

في التجربة 2: الحصول على عدة كمونات عمل متتالية.

الإستنتاج: يتخرب الـ ACH بأنزيم الأستيل كولين استيريز بعد توليد كمون عمل في الخلية بعد مشبكية في الحالة العادية حتى لا يبقى تأثيره مستمرا.

2 - تأثير الـ ACH في الحالة الطبيعية مؤقت.

التعليل: لكي لا يبقى تأثير الأستيل كولين مستمرا.

3 - التسجيل P2 يعود لتثبيت المبلغ الكيميائي العصبي على مواقع التثبيت في القنوات الميوية

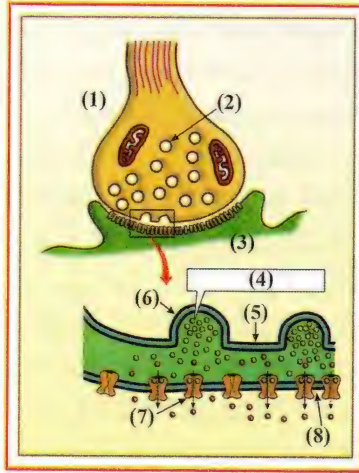
كيميائيا في غشاء الخلية البعد مشبكية مسببة في فتح هذه القنوات فدخل الـ  $Na^+$  فتوليد كمون

عمل مشبكي سعته تتوقف على كمية المبلغ العصبي المثبتة أي عدد القنوات المفتوحة فكمية

الشوارد المتدفقة، وبعد توليد كمون العمل في الخلية البعد مشبكية، يتم إمالة المبلغ الكيميائي

حتى لا يبقى تأثيره مستمرا.





الرسم (راجع إجابة التمرين 12).

البيانات:

- 1 - زر مشبكي.
- 2 - حويصل مشبكي.
- 3 - خلية بعد مشبكية.
- 4 - جزيئات المبلغ الكيميائي المفرزة.
- 5 - غشاء قبل مشبكي.
- 6 - حويصل مشبكي في حالة إفراز.
- 7 - قناة كيميائية.
- 8 - غشاء بعد مشبكي.

### إجابة التمرين 3

إستغلال الوثيقة (2): إستجابات الألياف العصبية D لتنبيه فعال.

- 1 - تسجيلات تغيرات الكمون من طرف الإلكترودات المستقبلية (1) و (2) المتوضعة على سطح الألياف.

أ - تحديد الظواهر المسجلة:

- على مستوى الصفر الإلكترودات لا تسجل فرق في الكمون.
- الحرف a يشير للتنبيه إنها إشارة التنبيه.
- التسجيلات توافق تغيرات الكمون الإجمالية لأننا نستعمل مجموعة من الألياف : إنها تسجيلات كهربائية عصبية.
- الجزء b c يستقبل من الإلكترودين رقم (1) بينما الجزء d e يستقبل من طرف إلكترودين (2).
- بما أن الإلكترودات وضعت على السطح فالتسجيلات عبارة عن كمونات عمل ثنائية الطور، لكل تسجيل عدة مراحل:
- الزمن الضائع من a إلى بداية زوال الإستقطاب، لا يتغير الكمون.
- مرحلة زوال الإستقطاب و انعكاسه إلى غاية b (أو d).
- مرحلة عودة الإستقطاب إلى غاية الصفر ثم مرحلة جديدة لزوال الإستقطاب إلى غاية c (أو e).
- عودة الإستقطاب.

ب - حساب سرعة انتشار الرسالة.

ماعداد الزمن الضائع فالتسجيلات المحصل عليها بالإلكترودات رقم (1) و (2) هي متطابقة، أنها نفس الرسالة العصبية التي سجلت في رقم (1) ثم في رقم (2)، الزمن الذي يفصل التسجيل في b عن التسجيل d مثلاً هو الزمن اللازم كي تقطع الرسالة مسافة 5 ملم، هذا الزمن بالتقريب 3.3 ملي ثانية فالسرعة إذا

$$\text{تكون بالتقريب : } \text{سر} = \frac{\Delta \text{ س}}{\Delta \text{ ز}} = \frac{5 \text{ ملم}}{3,3 \text{ ملي ثانية}} = 1,51 \text{ م/ثانية}$$

فهي حقيقة ألياف بطيئة، بعض الألياف العصبية تنقل الرسالة العصبية بسرعة متوسطة تقدر بـ 75 م/ثا، يمكن التفكير أن هذه الألياف التي استخدمت في التجربة صغيرة القطر وعديمة النخاعين، فانتقال الرسالة تكون بتيارات محلية من نقطة لأخرى مما يؤدي إلى تباطؤها.

- 2 - في الظروف التجريبية أن الألياف العصبية إستجابات بتغيرات الكمون التي تنتقل دون تغيير، لا يمكن إجراء ملاحظات عامة، هذه الألياف يبدو أنها في بادئ الأمر قابلة للتنبيه وناقلة له.

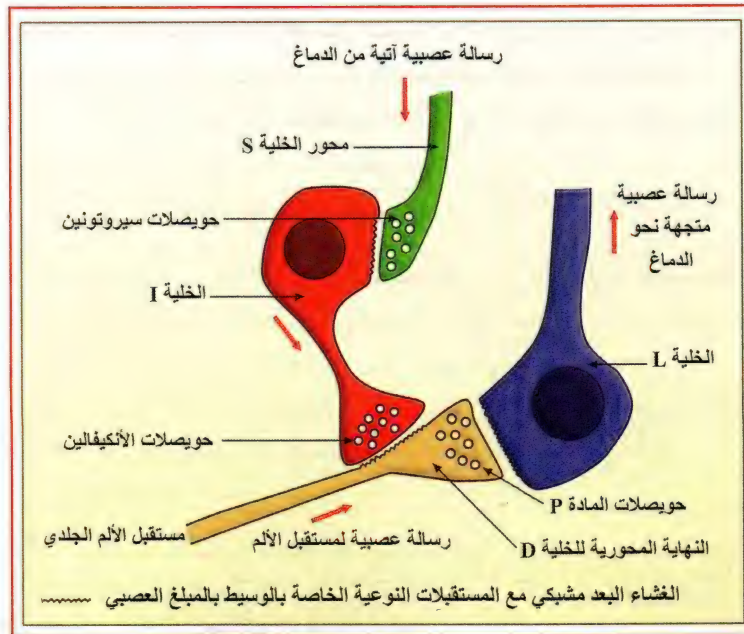
II - مكان تأثير الوسائط الكيميائية وآلية عملها:

- 1 - إستغلال الوثائق (3) و (4):

الإنكيفالين: يؤثر على مستوى المشبك الذي يصل بين الخليتين I و D، على هذا المستوى فهي تبعد غشاء الخلية D عن كمون راحتها: إذن الغشاء في حالة فرط إستقطاب.



- المادة P: تسبب زوال إستقطاب غشاء الخلية L على مستوى المشبك الذي يصل بين الخلية D والخلية L. السيروتونين: يؤثر على غشاء الخلية I، فهي تسبب نشأة كمون عمل.
- 2 - آلية عمل مختلف المواد على مستوى الأغشية الخلوية:
- المواد المستعملة تؤثر على مستوى مشابك عصبية عصبية فهي مبلغات عصبية.
  - تثبت هذه المواد على مستقبلات نوعية للأغشية البعد مشبكية هذا التثبيت يؤدي إلى تغيير الكمون الغشائي على مستوى الغشاء البعد مشبكي، هذا التغيير يمكن أن يكون:
  - زوال إستقطاب: هو كمون بعد مشبكي منبه PPSE الذي يمكن أن يصل إلى عتبة توليد كمون العمل (السيروتونين في الوثيقة 4) أولاً يصلها (مثل المادة P في الوثيقة 4).
  - فرط إستقطاب: وهو كمون بعد مشبكي مثبط PPSI (الإنكيفالين في الوثيقة 4) في هذه الحالة المشبك مثبط، ويكون منبه عندما يحدث زوال الإستقطاب.
- 3 - الأدوار المختلفة و آلية تأثير الخلايا D، I و L في الشروط الحيوية من العمل:
- الخلية D آتية من مستقبل الألم الغشائي ( الوثيقة 3) إستجابة لتنبيه هذا المستقبل، تنتشر رسالة عصبية في الخلية D، تسجل في R2 و R3 ( الوثيقة 4) فتواترها يكون بمقدار كمون عمل واحد كل (1) ملي ثانية، في R4 (الوثيقة 4) يسجل رسالة عصبية أيضاً.
  - إن التغيير الأول للكمون يطابق بين PPSE (الذي يسبب زوال إستقطاب الغشاء إلى غاية العتبة) وكمون عمل، هذه الملاحظة و تلك الموجودة في الوثيقة (3) التي تبين حوصلات مشبكية في نهاية الخلية D على مستوى الإتصال مع الخلية L يشير إلى انتقال الرسالة العصبية تكون من D باتجاه L، هاتان الخليتان (L و D) تؤمنان إنتقال الألم نحو الدماغ. الوسيط العصبي المحرر في النهاية المحورية للخلية D هي المادة P (الوثيقة 4).
  - الخلية I جسمها الخلوي يتواجد في القرن الخلفي للنخاع الشوكي (الوثيقة 3). الخلية (S) آتية من الدماغ فنهايتها المحورية تحتوي على حوصلات تنقل الرسالة العصبية إلى الخلية I (R1 من الوثيقة 4).
  - إن إنتقال الرسالة العصبية يكون من الخلية S نحو الخلية I. في وجود السيروتونين إن الإلكترودات R2 و R3 (الوثيقة 4) لا تسجل كمونات عمل، يمكن القول أن المشبك بين الخلية I والخلية D هو مثبط مما يؤكد التسجيل في R2 (الوثيقة 4). الوسيط العصبي المحرر من طرف الخلية I هو الإنكيفالين.
  - فبتأثير الإنكيفالين يمكن تفسير تثبيط (إيقاف) الرسالة العصبية للألم، إن عمل المشبك بين الخلية I والخلية D يمنع تحرير المادة P فعن طريق الخلية I يراقب الدماغ رسالة الألم.
  - الرسم التخطيطي الموالي يلخص الآلية المدروسة في الجزء الثاني (ب) من التمرين.
  - الرسائل الآتية من مستقبل الألم يراقبها الدماغ عن طريق الخلية I المتواجدة في القرن الخلفي من النخاع الشوكي.





## 1- استغلال الوثيقة (1): إظهار خاصية النخاع الشوكي.

إن كل تسجيلات الوثيقة 1 تمثل تسجيلات عصبية كهربائية تم الحصول عليها إنطلاقاً من مجموعات الألياف G1، G2 وألياف الجذر الأمامي للعصب الشوكي، إنها ظواهر كهربائية إجمالية التي تم الحصول عليها.

التجربة (1): إن التنبيه في S1 على الألياف G1 بشدة I1 يسمح بالتسجيل في O1 لظاهرة كهربائية سعتها تقارب 35 ملي فولط و بعد فترة زمنية في O3 ظاهرة كهربائية سعتها تقدر بـ 18 ملي فولط.

التجربة (2): إن التنبيه في S2 على الألياف G2 بشدة  $I2 < I1$  يسمح بالحصول على ظاهرة كهربائية مسجلة في O2 سعتها تقارب 20 ملي فولط غير متبوع بظاهرة كهربائية مسجلة في O3.

يمكن القول أن السعة الضعيفة للظاهرة المسجلة في O2 هي ناتجة عن شدة I2 التي هي أقل من I1، وبما أن الألياف G1، G2 من نفس النمط، فإن التنبيه في S2 أصاب عدد أقل من الألياف، هناك فرضية أخرى: الألياف G2 هي قليلة العدد.

— على مستوى ليف عصبي معين فإن تنبيهها فعلاً يؤدي إلى ظهور كمونات عمل تنتشر في الليف. في هذه التجربة هناك سيالات عصبية تنتشر في الألياف الجاذبة G2 المنبهة و لكن لا توجد رسالة مسجلة (كمون عمل) على مستوى الجذر الأمامي.

التجربة (3): عند تنبيه بنفس الشدة في S1 و S2 في نفس الوقت فنسجل بعد (4 ملي ثانية) تسجيل كهربائي في O3 سعته حوالي 38 ملي فولط.

— فإن رسالة عصبية إجمالية صادرة تسجل إذا في O3 سعتها أكبر من تلك المحصل عليها عند التنبيه في S1، فكأنه النخاع الشوكي قام بجمع كل الرسائل الواردة لإصدار رسالة واحدة.

إذا النخاع الشوكي ليس مجرد ناقل بسيط فهذه التجارب تبين الخاصية الإدماجية.

## 2- استغلال الوثيقة 2: آلية عمل المشابك.

نعمل الآن على ألياف عصبية معزولة صادرة F1، F2، F3 وآتية من مستقبلات حساسة لتمدد العضلة وعلى عصبون حركي M من النخاع الشوكي المتصل بالألياف السابقة وليس على مجموعات من الألياف.

التجربة (4): بتنبيه F1 أو F2 أو F3 بشدة كافية للحصول على كمون عمل فنحصل في O4 على تغيير الكمون من 70- إلى 65- ملي فولط مدته 3 ملي ثانية.

التجربة (5): بتنبيه الليفين F1، F2 في آن واحد نسجل الكمون من 70- إلى 60- ملي فولط مدته 5 ملي ثانية.

التجربة (6): إن تنبيه الألياف الثلاثة F1، F2، F3 في آن واحد متبوع بالإستجابة C فهو يمثل كمون عمل و هو تغير مفاجئ للكمون الغشائي يتولد إنطلاقاً من عتبة زوال الإستقطاب، يسمح التسجيل C بقياسه 55- ملي فولط، كمون العمل هو عبارة عن إشارة بدائية للرسالة العصبية.

— الألياف الثلاثة F1، F2، F3 متصلة بالعصبون M عن طريق مشابك إنها العناصر القبل مشبكية، بينما M هو العصبون البعد مشبكي.

يعمل المشبك بالطريقة التالية: وصول كمون عمل قبل مشبكي يسمح بتحرير وسيط كيميائي المخزن في الحويصلات المشبكية للعصبون القبل مشبكي، ينتشر الوسيط الكيميائي في الحيز المشبكي فيثبت على مستقبلات غشائية نوعية مما يؤدي إلى زوال إستقطاب الغشاء كما هو موضح في التسجيلات a و b من الوثيقة (2).

إن a و b هي كمونات مشبكية منبهة PPSE، إن زوال الإستقطاب لم يصل إلى عتبة توليد كمون عمل بعد مشبكي. كي يتولد كمون عمل على غشاء العصبون M يجب على الألياف الثلاثة F1، F2، F3 تحرر في نفس الوقت المبلغ الكيميائي، فيحدث تجميع فضائي، وهكذا بفضل المشابك فإن العصبون الحركي يقوم بإدماج الرسائل الواردة إليه، يمكن الإشارة إلى أن كمون العمل القبل مشبكي لا يوافقه كمون عمل بعد مشبكي.

## 3- تفسير النتائج المحصل عليها في التجارب الثلاثة الأولى (1، 2، 3):

التجربة (1): تنبيه ألياف من المجموعة G1 وتستجيب برسالة عصبية كما يوضحه التسجيل O1، إن الإتصالات كما يوضحه الرسم في نهاية التمرين وأخذاً بعين الاعتبار نتائج التجارب 4، 5 و 6 التي تشير أن ثلاثة ألياف آتية (جاذبة) يجب أن تنقل السيالة العصبية كي يستجيب العصبون الحركي برسالة مسجلة في O3 فيمكن القول أن



العصبونات M1 و M2 يمكنها أن تتدخل.  
 التجربة (2): إن التنبيه يصيب ألياف G2 والبعض منها على الأقل تستجيب في تسجيل O2، إن الألياف متصلة بالعصبونات M3 و M4 ولكن بعض ألياف G1 هي كذلك متصلة بنفس العصبونات، فالإتصالات بينها تكون بعدم تدخل أي عصبون حركي مما يؤكد التسجيل O3.  
 التجربة (3): تنبيه الألياف G1 و G2 في نفس الوقت، التسجيل الإجمالي لإستجابات العصبونات الحركية في O3 يبين سعة تساوي ضعف السعة المحصل عليها في التجربة 1، مع الأخذ بعين الإعتبار الإتصالات يمكن القول أن M1، M2، M3 و M4 كلها تتدخل. في هذه الحالة جميع ألياف G2 تنبيه في S2 بشدة تساوي I2 والتسجيل في O2 أثناء التجربة 2 يفسر بالعدد القليل لألياف المجموعة G2.

## 5 إجابة التمرين

1 - الرسم الموالي يمثل منحني التغيرات الكهربائية المخترقة للغشاء:

2 - إن التيار Y يمثل دخول

شوارد الـ  $Na^+$  إلى الليف العصبي مما يؤدي إلى زوال وانعكاس إستقطاب سطح الغشاء.

والتيار Z يمثل خروج شوارد الـ  $K^+$  من المحور وإعادة الإستقطاب الموجب لسطح الليف العصبي مع نوع من التأخر الزمني.

3 - أ - إن التسجيل B

يتميز بغياب التيار Y.

ب - المادة المستعملة ثبطت إنفتاح قنوات الـ  $Na^+$ .

## 6 إجابة التمرين

أ - 1 - مقارنة نتائج الحالة 1 مع الحالة 2:

الحالة 1: أن تنبيهين متباعدين لا يؤديان إلى توليد كمون عمل في الخلية البعد مشبكية.

الحالة 2: إن تنبيهين متقاربين في نفس المشبك أو من مشبكين مختلفين يولدان كمون عمل مما يدل على الإدماج والتجمع.

مقارنة بين الحالة 3 مع الحالة 4:

الحالة 3: إن تنبيهين متتاليين متباعدين لا يؤديان إلى توليد كمون عمل في الخلية البعد مشبكية.

الحالة 4: إن تنبيهين متقاربين من مشبكين مختلفين يولدان كمون عمل في الخلية البعد مشبكية.

2 - تم تسجيل كمون عمل في الحالتين نتيجة التجمع و الإدماج بين التنبيهين المتتاليين:

في الحالة 2: حدث إدماج (تجمع) زمني.



في الحالة 4 : حدث إدماج (تجمع) فراغي (فضائي).

- 1 - إن المشبك بين العنصر E1 والخلية بعد المشبكية تنبيهية.  
التعليل: لأن التنبيه في E1 أدى إلى تشكيل كمون عمل في الخلية البعد مشبكية.  
أما المشبك بين العنصر I1 والخلية بعد مشبكية تثبيطي.  
التعليل: لأن التنبيه في I1 أدى إلى عدم تشكيل كمون عمل في الخلية البعد مشبكية بل فرط إستقطاب.
- 2 - المقارنة: سعة كمون العمل في ب1 أكبر من سعة كمون العمل في ج1.
- 3 - سبب إختلاف النتائج:

– يتولد كمون عمل في ب2 لأن المشبك منشط و سعة الكمون أكبر من العتبة.

– لا يتولد كمون عمل في ج2 لوجود المشبك المثبط والإدماج وسعة الكمون أقل من العتبة.

4 - شروط تسجيل ب2 في ج2: نتحصل على كمون عمل إذا بلغ المجموع الجبري لكمونات العمل التنبيهية

والتثبيطية بعد الإدماج عتبة كمون العمل، أما إذا لم يبلغ فلا نتحصل على كمون عمل:

$PPSI + PPSE < \text{عتبة التنبيه فيتولد كمون عمل}$

$PPSI + PPSE > \text{عتبة التنبيه فلا يتولد كمون عمل}$

ج - 1 - يؤدي التنبيه الفعال إلى توليد كمون عمل ينتقل إلى المركز العصبي الإنعكاسي (النخاع الشوكي) بواسطة

العصبون الحسي عن طريق الجذر الخلفي حيث يتم فصل العصبون الحسي هناك مع العصبون الحركي للعضلة

القابضة (المشبك A2) والعصبون الجامع (المشبك B2) ثم تنتقل السقالة العصبية المنبهة إلى العضلة

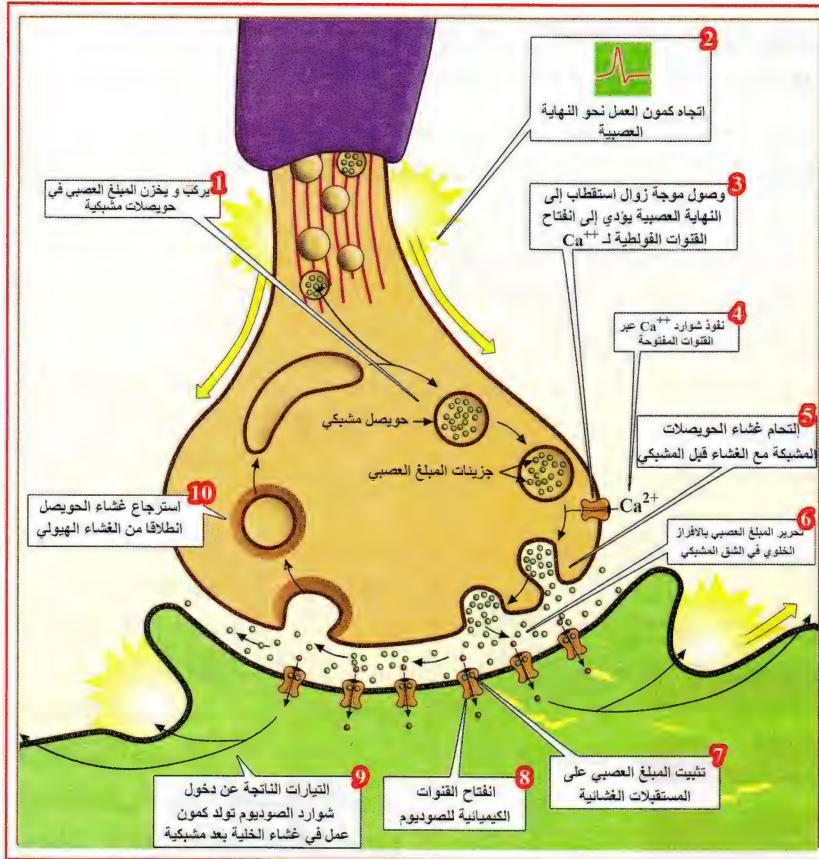
القابضة عن طريق الجذر الأمامي حيث يصل التنبيه إلى العضلة عن طريق المشبك A3 بينما ينقل ليف

عصبي مثبط التنبيه من المشبك C2 إلى العضلة الباسطة عن طريق المشبك عبر الجذر الأمامي B3.

2 - 2A ، 2B ، 3A مشابك منشطة.

2C ، 3B مشابك مثبطة.

3 - الرسم.



آلية النقل العصبي على مستوى المشبك ودور البروتينات في ذلك.



1 - تحليل الوثائق :

الوثيقة 1: يظهر القلق على الحيوان عند تثبيط عمل GABA مما يجعلنا نفترض أن للـ GABA دور يتمثل بأنه مضاد للقلق.

الوثيقة 2: إن التنبيه في "ن" أدى إلى تسجيل كمون عمل على مستوى  $O_1$ .

— تسجيل فرط إستقطاب على مستوى  $O_2$  وهذا يعني أن كمون ما بعد المشبكي مثبط PPSI.

— في غياب أي تنبيه وحقن الـ GABA في الحيز المشبكي يؤدي إلى فرط إستقطاب على الغشاء البعد مشبكي إذا أنه وسيط كيميائي عصبي مثبط وهذا المشبك مثبط، وتأثيره المثبط يتناسب طرذا مع كميته المفرزة على مستوى المشبك.

الوثيقة 3: إن توزيع الشوارد على جانبي الغشاء أثناء الراحة غير متماثل وهذا الاختلاف في التركيز هو السبب الحقيقي لكمون الراحة المقدر بـ  $-70\text{mv}$  حيث سطح الغشاء موجب وداخله سالب وهذا هو الإستقطاب، كما نلاحظ أن تركيز الكلور في الخارج أكبر من الداخل.

الوثيقة 4: بوجود الـ GABA تفتح قنوات الكلور حيث يدخل إلى هيوالي العنصر البعد مشبكي فتزيد من كمية الشحن الموجبة في الخارج وكمية الشحن السالبة في الداخل (كما تخرج أيضا شوارد الـ  $K^+$ ) محدثا حالة فرط إستقطاب من  $-70$  إلى  $-80$  ملي فولط تقريبا.

الوثيقة 5: نلاحظ أن حقن كل من الـ GABA و الفاليوم يزيد من قيمة فرط الإستقطاب بصورة أكبر من حقن الـ GABA لوحده و يظهر ذلك جليا من خلال مدة الإنفتاح فهو أكبر من حقن الـ GABA لوحده.

2 - لإقناع المريض يمكن الاعتماد على النتائج السابقة: مادة الفاليوم مادة مخدرة علاجية في هذه الحالة للقلق عن طريق تثبيتها على قنوات الكيمياء الخاصة بادرال الكلور مسببة فرط إستقطاب أي كمون غشائي تثبيطي PPSI.

3 - لا أقترح على المريض مواصلة إستعمال الفاليوم إلا تحت إشراف الطبيب لأن الإفراط يؤدي إلى الإدمان.

4 - يؤثر الفاليوم على الإفراز الطبيعي للـ GABA مما يؤدي إلى خلل في النقل العصبي على مستوى المشابك.

I - 1 - وضعية المسرين (م1 ، م) للجهاز (ج1) و المسرين (م2 ، م) للجهاز (ج2):

— الجهاز (ج1): المسرى م1 في المقطع (داخل المحور) والمسرى م على السطح.

— الجهاز (ج2): المسرى م2 في المقطع (داخل المحور) والمسرى م على السطح.

2 - تحليل المنحنى (ص1):

— [2 - 1]: زوال وانعكاس الإستقطاب.

— [3 - 2]: عودة الإستقطاب.

— [4 - 3]: فرط الإستقطاب.

— [5 - 4]: العودة إلى كمون الراحة.

3 - تحليل عدم تطابق المنحنيين (ص1 ، ص2):

التنبيه في الليف قبل مشبكي يؤدي إلى

تسجيل كمون عمل الخلية قبل المشبكية

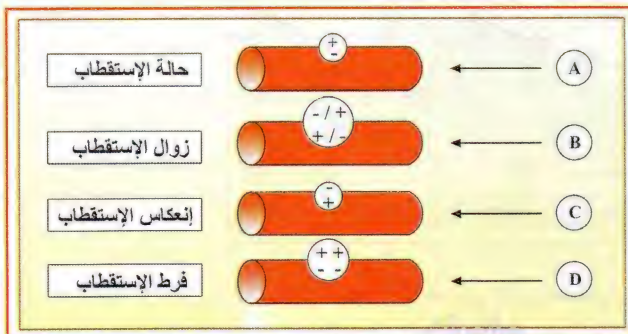
ليتم تسجيله في الخلية بعد المشبكية لابد

من المرور بالشق المشبكي.

4 - الرسم التخطيطي للليف العصبي وإظهار

توزع الشحنات: لاحظ المخطط المجاور (راجع

إجابة التمرين 5)





II - 1 - تحليل منحني القسم (أ) : بزيادة عدد تواتر كمونات العمل القبل مشبكي يزداد تركيز شوارد  $Ca^{++}$  في هيولي الخلية القبل مشبكية (تناسب طردي).

2 - الإستخلاص من وثائق القسم (ب):

- في غياب كمونات العمل (أثناء الراحة) لا يتم إفراز الأستيل كولين في الشق المشبكي (الحويصلات المشبكية تكون في حالة لا نشاط).

- في وجود كمونات العمل القبل مشبكي يتم إفراز الأستيل كولين في الشق المشبكي.

3 - أ - العلاقة: كمونات العمل قبل المشبكية تؤدي إلى ارتفاع تركيز شوارد  $Ca^{++}$  في هيولي الخلية قبل مشبكية التي تدخل عن طريق قنوات الكالسيوم المتعلقة الفولطية والتي بدورها تؤدي إلى إفراز الأستيل كولين.

ب - دور شوارد  $Ca^{++}$  في تأمين تدخل الأستيل كولين على مستوى المشبك:

يؤدي دخول شوارد  $Ca^{++}$  إلى هيولي الخلية قبل المشبكية إلى تشكيل حركة هيولية دورانية تتسبب

في حركة الحويصلات المشبكية في إتجاه الغشاء قبل المشبكي لتندمج معه ويتم إفراز الأستيل كولين.

4 - أ - كتابة البيانات:

1 - الوسيط (ACH). 2 - قناة مبيوية كيميائية (مستقبل الأستيل كولين).

3 - طبقة مضاعفة فوسفوليبيدية. 4 - دخول شوارد  $Na^{+}$ . 5 - خروج شوارد  $K^{+}$ .

ب - كيفية تدخل المستقبلات لتفسير المنحني (ص2): بتثبيت المبلغ الكيميائي العصبي (ACH)

على المستقبلات يؤدي إلى إنفتاح القنوات ودخول سريع وكثيف لشوارد  $Na^{+}$  مسببا زوال وانعكاس

الإستقطاب، ثم خروج بطيء وبكمية أقل لشوارد  $K^{+}$  من نفس القنوات مسببا عودة وفرط الإستقطاب.

III - 1 - أ - شرح تسجيلات الوثيقة (5):

التسجيل الخاص بـ (N2): - هو كمون بعد مشبكي منبه (كمون عمل أحادي الطور).

- الجزء الصاعد هو زوال الإستقطاب والجزء النازل هو عودة الإستقطاب.

التسجيل الخاص بـ (N3): التسجيل هو كمون بعد مشبكي متمثل في حالة فرط إستقطاب ثم العودة

إلى حالة الإستقطاب العادي.

ب - تحديد أي العصبونين مرتبط بهذه العضلة: العصبون المتصل بالعضلة الباسطة هو العصبون (N3).

التعليل: لأنه لم يتولد فيه سيالة عصبية (عدم تسجيل كمون عمل) بل تسجيل فرط إستقطاب مما

يؤدي إلى بقاء هذه العضلة في حالة إنبساط.

2 - أ - تحديد دور كل من المبلغين العصبيين GABA و Aspartate:

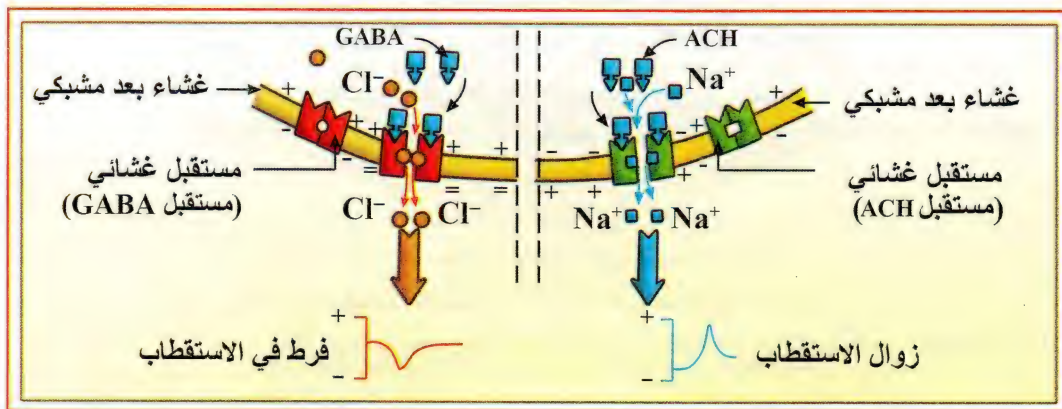
GABA: هذا المبلغ هو مثبط لأنه أدى بعد حقنه في الشق المشبكي إلى تسجيل فرط استقطاب في

غشاء الخلية البعد مشبكية.

الإسباراتات Aspartate: هذا المبلغ هو منبه لأنه أدى بعد حقنه في الشق المشبكي إلى تسجيل كمون

عمل (توليد سيالة عصبية) في غشاء الخلية البعد مشبكية.

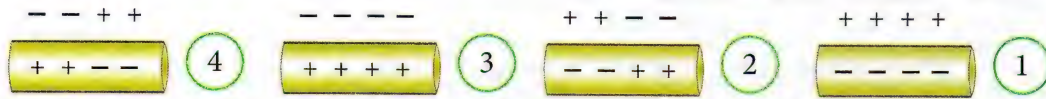
ب - الرسم التخطيطي:





1 - أ - التحليل المقارن : المرحلة 1 [الحالة العادية] : توزع متباين لشوارد الـ  $Na^+$  والـ  $K^+$  على جانبي الغشاء. بمقارنة 2 و 1: نلاحظ أنه بغياب شوارد  $K^+$  من الوسط الخارجي توزع متماثل تقريبا للشوارد على جانبي الغشاء (يحدث ميز للشاردتين) أي غياب فرق التركيز بغياب  $K^+$ . بمقارنة 3 و 1: فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب طاقة على شكل ATP. بمقارنة 4 و 1: فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب نشاط أنزيمي. الاستنتاج: للمحافظة على فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب طاقة على شكل ATP ونشاط أنزيمي يتمثل بروتينات ناقلة فهو نقل فعال يتطلب حيوية الغشاء. ب - رسم كمون الراحة (راجع التمرين 27 أو 57).

2 - أ - العنوان : منحني كمون عمل وحيد الطور حصلنا عليه بتنبيه فعال إبتداء من كمون الراحة. تسمية الأجزاء: أ - لحظة التنبيه. ب - زمن الكمون (الزمن الضائع). ب ج - زوال وانعكاس الإستقطاب. ج د - عودة الإستقطاب. د هـ - فرط إستقطاب والعودة إلى كمون الراحة. ب - موضع مسري الإستقبال : المجهري داخل المحور العملاق والمرجعي في الخارج. ج - توزع الشحنات : (راجع إجابة التمرين 5)



د - المرحلة هي: ب ج - (زوال وانعكاس الإستقطاب). التعليل: وجود شوارد  $Na^+$  و  $K^+$  بكثرة في الوسط الداخلي وهذا يوافق مرحلة زوال الإستقطاب. - إنفتاح قنوات الـ  $Na^+$  المرتبطة بالفولطية مع انغلاق قنوات الـ  $K^+$  وعمل المضخة البطيء. 3 - أ - التسجيل 1: كمون بعد مشبكي منشط PPSE لحدوث زوال الاستقطاب. التسجيل 2: كمون بعد مشبكي مثبط PPSI لحدوث فرط في الإستقطاب. ب - α - تحليل نتائج الجدول: - حقن الإسبارتات: في ح 1: يحدث إستجابة في الغشاء البعد مشبكي. في ح 2: لا يحدث إستجابة. - حقن GABA: في ح 1: لا يحدث إستجابة. في ح 2: حدوث إستجابة متمثلة في فرط إستقطاب. - حقن حمض الفالوبروثيك: بدون تنبيه: عدم حدوث إستجابة لا في ح 1 ولا في ح 2. بعد التنبيه: عدم حدوث إستجابة في ح 1 وحدث فرط إستقطاب في العنصر البعد مشبكي لـ ح 2. - حقن بيكروتوكسين: عدم حدوث إستجابة سواء بوجود أو غياب التنبيه. الاستنتاج: دور كل مادة يتمثل في: الأسبارتات: وسيط كيميائي منشط. GABA: وسيط كيميائي مثبط. الفالوبروثيك والبكروتوكسين مواد تعيق إنتقال السيالة العصبية وليست وسائط كيميائية.

β - الفرضيات: الفالوبروثيك: - قد يمنع تحرير الوسيط الكيميائي. - يثبت على المستقبلات الغشائية البعد مشبكية. - منع فتح قنوات الـ  $Na^+$  المرتبطة بالفولطية. البيكروتوكسين: تأثير مباشر على الوسيط المحرر إذ يمنع من التثبيت على المستقبلات الغشائية في ح 1 و ح 2.



٧ - أنماط المشابك: ح 1 مشبك منشط.

ح 2 مشبك مثبط.

٨ - ع 1: تستجيب ← لأنه عند التنبيه تنتقل السيالة عبر المشبك المنشط.

ع 2: لا تستجيب ← لأنه عند التنبيه لا تنتقل السيالة عبر المشبك المثبط.

4 - خلاصة علمية حول دور بروتينات الغشاء الهيولي في آليات التعاون الخلوي لضمان التنسيق الوظيفي للعضوية.

- جميع خلايا الجسم محاطة بغشاء هيولي يحوي بروتينات وحركية هذه البروتينات يكسبها بنية فسيفسائية مائعة (يحوي الغشاء إضافة إلى البروتينات فوسفوليبيدات و جذور سكرية).

- بواسطة البروتينات الغشائية يمكن للخلية أن تتعرف على المواد الملامسة لها فتقوم ببلعمتها وامتصاصها كحالة الكريات الدموية البيضاء، و تستطيع تقديم محدد مولد الضد على غشائها مرفوقا بنظام ال CMH (بروتين غشائي) لتتعرف على غرابته الخلايا للمفاوية بواسطة مستقبلاتها الغشائية ذات الطبيعة البروتينية. ثم تنشط هذه الخلايا للمفاوية عند ملامستها لوسائل كيميائية فتظهر على غشائها مستقبلات نوعية، وهذا التعاون يحدث بفضل تخصص الغشاء للقضاء على مولد الضد.

بواسطة بروتينات الغشاء يمكن تشكيل إينوفورات وقنوات مرتبطة بالفولطية ومضخة الشوارد ... ليكون الغشاء مستقطبا (كمون الراحة) وتشكيل كمون العمل الذي ينتشر على طول العصبونات لتنتقل عبر المشابك لوجود مستقبلات غشائية بعد مشبكية لتصل السيالة العصبية إلى أعضاء التنفيذ للقيام بوظيفة تنسيقية معينة كحركة العضلات أو إفراز غدة...

## 10 إجابة التمرين

أ - نوع القناة: كيميائية. التعليل: لا تفتح الا في وجود مادة كيميائية الـ GABA .

ب - الشرح: تثبتت مادة GABA على الموقع النوعي لها بالمستقبل الغشائي على مستوى الغشاء بعد المشبكي وهذا ما يؤدي لفتح قناة تسمح بدخول شوارد الكلور.

ج - الشوارد: الكلور. التغير: تزيد في الوسط الداخلي (تدخل بالميز).

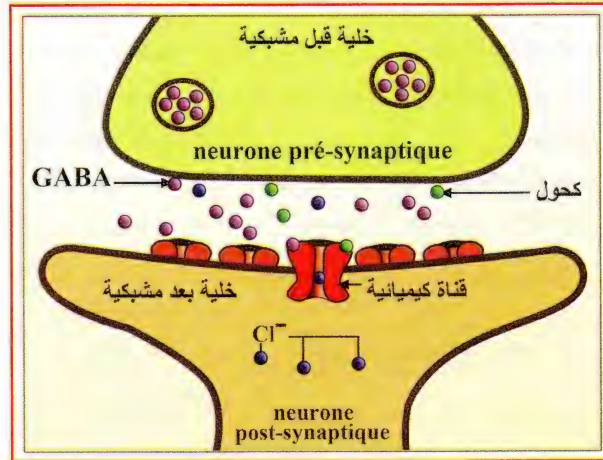
د - 1 - التفسير: يحتوي المستقبل على موقع نوعي خاص لتثبيت الكحول.

2 - التحليل: تثبيت الكحول على موقعه النوعي بالمستقبل يسمح بإتساع قناة إدخال الكلور مما يسمح بزيادة حركة هذه الشوارد.

هـ - 1 - طبيعة المشبك: مثبط ( الـ GABA مادة مثبطة).

2 - الشرح: إضافة الكحول للـ GABA تسمح بزيادة فرط الإستقطاب المسجل على مستوى الخلية بعد المشبكية عن طريق دخول أكبر لشوارد الكلور (زيادة المفعول التثبيطي لمادة الـ GABA).

و - الرسم:



رسم وظيفي لعمل مشبك ذو GABA متأثر بالكحول



1 - أ - يمثل المنحنى تغيرات الكمون الغشائي بدلالة تركيز  $K^+$  داخل الليف.

من 0 - 100 ملي مول / ل: تزايد سريع في الكمون الغشائي.

من 100 - 400 ملي مول / ل: تزايد بطيء في الكمون الغشائي ليبلغ 60 - ملي فولط.

من 400 ملي مول / ل فما فوق: يتثبت قيمة الكمون عند 60 - ملي فولط.

ب - منشأ كمون الراحة يتمثل في الفرق بين تركيز الـ  $[K^+]$  داخل الليف وخارجه لذا يطلق على كمون الراحة بكمون الـ  $K^+$ .

2 - أ - تحليل وتفسير التسجيلات A ، B و C.

التسجيل A: بعد مرور زمن ضائع قصير نلاحظ حركة الشوارد نحو الداخل (تيار داخلي) هذه الحركة الشاردية الداخلية لا يمكن أن تكون لشوارد الـ  $K^+$  المثبطة بمادة الـ TEA ومنه فهي إذا كانت حركة شوارد الـ  $Na^+$  الداخلة للمحور.

التسجيل B: بعد مرور زمن ضائع أطول نلاحظ حركة الشوارد نحو الخارج (تيار خارجي) وهذه الحركة الشاردية لا يمكن أن تكون لشوارد الـ  $Na^+$  المثبطة لوجود مادة الـ TTX ومنه فهي إذا كانت حركة شوارد الـ  $K^+$  الخارجة من المحور.

التسجيل C: في غياب المادتين TEA و TTX تبقى قنوات الـ  $Na^+$  والـ  $K^+$  غير مثبطة حيث نلاحظ تيار داخلي لشوارد الـ  $Na^+$  وتيار خارجي لشوارد الـ  $K^+$  ودامت فترة زمنية أطول هذه الأخيرة.

ب - نعم: حيث زوال الإستقطاب: بنجم عن إنفتاح قنوات الـ  $Na^+$  فدخل سريع ومكثف لشوارد  $Na^+$  يؤدي إلى زوال وإنعكاس الإستقطاب.

عودة الإستقطاب: تنفتح قنوات الـ  $K^+$  بعد غلق قنوات الـ  $Na^+$  فخرج الـ  $K^+$  بكميات أقل ولفترة زمنية أطول مسببة عودة الإستقطاب وإستمرارية خروج شوارد الـ  $K^+$  يسبب فرط الإستقطاب.

3 - أ - بما أن تثبيط GABA أدى إلى ظهور أعراض القلق فهذا يدل على أن GABA يمارس طبيا فعل مهدئ (يوقف إنتقال السيالة العصبية).

ب -  $\alpha$  - التسجيل 1: كمون عمل وحيد الطور حصلنا عليه بتنبيه فعال إبتداء من كمون الراحة والتسجيل 2: فرط إستقطاب.

$\beta - 1$  - نلاحظ من تسجيلات الوثيقة (4): كلما زادت كمية GABA زاد فرط الإستقطاب بين السطح والداخل ومنه نستنتج ان مادة GABA مادة تولد فرط الإستقطاب.

$2\beta$  - دور GABA في الحالة الكهربائية لـ ع3: هو عبارة عن وسيط كيميائي طبيعي يمنع توليد سيالة عصبية (مادة مثبطة).

$\gamma$  - التسجيلات المتحصل عليها في O1 ، O2 ، O4 عند التنبيه في ع1 بـ ت1:

في O1 كمون عمل احادي الطور.

في O2 عدم وجود كمون عمل.

في O4 كمون عمل أحادي الطور.

$\delta$  - دور الوسيطين: النهاية العصبية ع1 تفرز وسيط منبه وهو ACH بينما النهاية ع2 تفرز وسيط مثبط (كابح) هو GABA يولد فرط إستقطاب إذا السيالة العصبية خاضعة لوسيط منشط وآخر مثبط لإحداث توازن في العضوية.

- لا تستجيب (ص) لتنبيهين ت1 ، ت2 في آن واحد.

التعليق: لان مفعول الوسيط الكابح يلغي مفعول الوسيط المنشط (المنبه)، لأنه إدماج مفعول الوسيطين لا تصل إلى عتبة توليد كمون العمل.

ج - من خلال النتائج يلاحظ:

إن GABA يعمل على إنفتاح قنوات خاصة لدخول شوارد الكلور  $Cl^-$  هذا يؤدي إلى فرط الإستقطاب.

Valium يقوي عمل الـ GABA إذا يرفع من نفاذية الغشاء لشوارد الـ  $Cl^-$  مؤديا إلى الإفراط في الإستقطاب



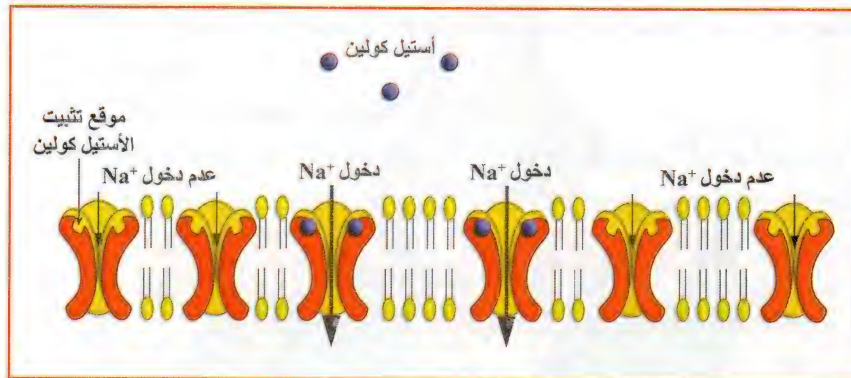
وذلك بزيادة عدد القنوات المفتوحة الخاصة بالـ  $Cl^-$  ولمدة أطول.  
 — نعم قدمت هذه النتائج تفسيراً للتسجيل 2 من الوثيقة (3) أي أن الإفراط في الإستقطاب سببه زيادة في نفاذية شوارد الـ  $Cl^-$  عبر القنوات المتعلقة بالفولطية وتزداد عدد القنوات المفتوحة بازدياد كمية GABA المحقونة.

4 — أنواع المشابك حسب التبليغ:   
 ↗ مشابك ذات تبليغ كيميائي   
 ↘ مشابك ذات تبليغ كهربائي

المشبك الكيميائي	المشبك الكهربائي
الحيز المشبكي واسع	الحيز المشبكي ضيق
وجود وسيط كيميائي	عدم وجود الوسيط
تنتقل السيالة بالوسيط الكيميائي	تنتقل السيالة مباشرة عبر القنويات
السرعة بطيئة	السرعة كبيرة (أسرع)
يؤدي عمل منبه ومشبط	يؤدي عمل منبه فقط

## 12 إجابة تمرين

1 — أ — الترتيب: هي مرتبة أي : أ ← ب ← ج ← د ← هـ



ب — الرسم :

- ج — أ — وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر القبل مشبكي (الزر المشبكي).  
 ب — فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية فدخل الكالسيوم إلى هيولي العنصر القبل مشبكي.  
 ج — تحرير الوسيط الكيميائي (المبلغ العصبي) وهو الأستيل كولين من قبل العنصر القبل مشبكي في الحيز المشبكي.  
 د — تثبيت المبلغ على المستقبلات الغشائية المتواجدة على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي وفتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فدخل الـ  $Na^+$  فتشكل كمون عمل على العنصر البعد مشبكي.  
 هـ — تخريب الوسيط حتى لا يبقى تأثيره مستمرا وإعادة إمتصاصه من قبل العنصر القبل مشبكي.  
 نوع المشبك منشط لأنه بعد تثبيت الوسيط على المستقبلات إنفتح القنوات ودخل الصوديوم.

2 — أ — التسجيل في مستوى المشبك 1: كمون عمل منشط (زوال إستقطاب).

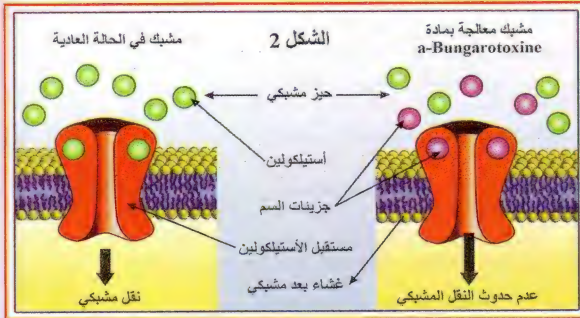
التسجيل في مستوى المشبك 2: كمون مثبط (فرط إستقطاب).

التسجيل في مستوى المشبك 3: كمون راحة.

ب — الاختلاف في النتائج سببه إختلاف في تأثير هذه المواد الكيميائية.



المادة	تأثيرها
الأستيل كولين ACH	تثبت على مستقبلاتها النوعية الموجودة على غشاء العنصر البعد مشبكي فتفتح القنوات الكيميائية للـ $Na^+$ دخول الـ $Na^+$ فزوال الإستقطاب وانعكاسه.
الـ GABA	بعد ان تفرز تثبت على مستقبلاتها فتفتح القنوات الكيميائية للـ $Cl^-$ فدخل الكلور فحدوث ← فرط الإستقطاب.
$\alpha$ - Bungarotoxine ( $\alpha$ - بونغاروتوكسين)	تثبت على مستقبلات الـ ACH مانعة الـ ACH من التثبيت ← فعدم فتح القنوات ← فعدم زوال الإستقطاب (كمون راحة).



### ج - كيفية تأثير $\alpha$ - Bungarotoxine على المشبك:

تثبت جزيئات هذه المادة السامة على مستقبلات الـ ACH نظرا لأن بنيتها تشبه بنية الـ ACH مما يمنع تثبيت الـ ACH على مستقبلاتها فعدم إنفتاح القنوات فعدم تشكل كمون عمل بعد مشبكي. كيفية عمل مشبك منشط : (كيفية تأثير الـ ACH على مستوى المشبك):

(1) وصول موجة زوال الإستقطاب.

(2) إلتحام الحويصل المشبكي بالغشاء بعد دخول الكالسيوم  $Ca^{++}$  عبر قنواتها الفولطية.

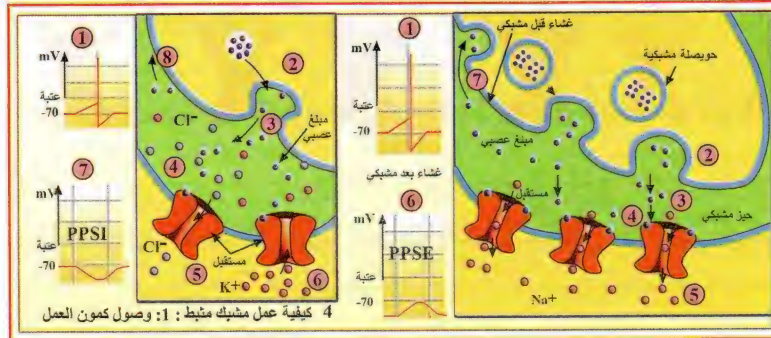
(3) تحرير الـ ACH.

(4) تثبيت الـ ACH على المستقبلات النوعية.

(5) إنفتاح القنوات المرتبطة بالكيمياء الخاصة بالصوديوم ثم الدخول السريع والمكثف للصوديوم إلى داخل العنصر البعد مشبكي.

(6) تكوين كمون عمل بعد مشبكي منشط PPSE.

(7) إعادة إمتصاص مكونات الـ ACH (بعد تخريبه بإنزيم الأستيل كولين أستيريز) من قبل العنصر القبل مشبكي.



### كيفية عمل مشبك مثبط: (كيفية تأثير الـ GABA على مستوى المشبك):

(1) وصول كمون عمل.

(2) إلتحام الحويصل المشبكي بالغشاء بعد دخول الـ  $Ca^{++}$  عبر قنواتها الفولطية.

(3) تحرير الـ GABA في الحيز المشبكي.

(4) تثبيت الـ GABA على مستقبلاتها الموجودة على العنصر البعد مشبكي.

(5) فتح قنوات الـ  $Cl^-$  المرتبطة بالكيمياء ودخول الكلور.

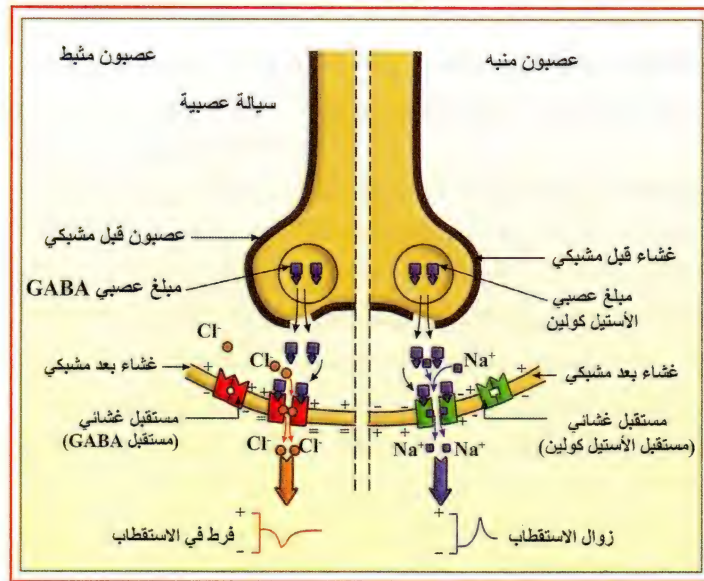
(6) إنفتاح قنوات الـ  $K^+$  فخرج الـ  $K^+$ .

(7) ظهور فرط إستقطاب يترجم بكمون بعد مشبكي مثبط PPSI.

(8) إعادة إمتصاص العناصر الناتجة من تفكيك الـ GABA.



- I - 1 - طبيعة المشابك مع التعليل : - طبيعة المشبك (1): المشبك مثبط.  
التعليل: ظهور فرط في الإستقطاب.  
- طبيعة المشبك (2): المشبك تنبیهي.  
التعليل: تشكل كمون PPSE فوق العتبة أدى تشكيل كمون عمل.  
- طبيعة المشبك (3): المشبك تنبیهي.  
التعليل: لظهور الكمون الغشائي بعد المشبكي، لكن دون العتبة.
- 2 - التفسير: - عند التنبیه في ت1، ت2: الكمون الغشائي المتشكل على مستوى العصبون المحرك هو محصلة لكمونين بعد مشبكين "منبه و مثبط" الكمون المتشكل محصلته لم تتجاوز عتبة زوال الإستقطاب، لذلك لم يتشكل كمون عمل.
- عند التنبیه في ت1، ت2، ت3: الكمون الغشائي المتشكل على مستوى العصبون المحرك، هو محصلة لكمونين بعد مشبكي منبهين وكمون مثبط، الكمون المتشكل تجاوز عتبة زوال الإستقطاب، لذلك تشكل كمون عمل.
- II - 1 - التوضيح : - في ت1: أثر تثبيطي بإفراز مبلغ مثبط مثل الـ GABA.  
- في ت2: أثر تنبیهي بإفراز مبلغ منبه مثل الأستيل كولين.  
- الرسم على المستوى الجزيئي لآلية التأثير:



- 2 - شرح كيف يدمج العصبون الرسالة العصبية : يعمل العصبون المحرك على إيجاد المحصلة أو القيمة الجبرية للكمونات الغشائية بعد المشبكية المثبطة و الكمون أو الكمونات المنبهة، على مستوى المنطقة المولدة، فإذا كانت هذه المحصلة تتجاوز عتبة زوال الإستقطاب، تؤدي إلى تشكل كمون عمل، أما إذا كان أقل من عتبة زوال الإستقطاب فإنه يبقى موضعياً، تتم المحصلة الجبرية إما بتجميع فضائي أو تجميع زمني.

- I - أ - البيانات: (1) كمونات عمل قبل مشبكية. (2) حوصل مشبكي. (3) عنصر قبل مشبكي.  
(4) حيز مشبكي. (5) عنصر بعد مشبكي. (6) مبلغ كيميائي عصبي.
- ب - العلاقة بين عدد الحوصلات المشبكية المحررة لمحتواها من المبلغ الكيميائي في الحيز المشبكي وتردد كمونات العمل قبل مشبكية طردية.



جـ - إن الرسالة القبل مشبكية وكذلك البعد مشبكية هي رسائل كهربائية مشفرة في تردد (تواتر) كمونات عمل وبالمقابل فإن الرسالة الكهربائية في الحيز المشبكي تتحول الى رسالة كيميائية مشفرة بتركيز المبلغ الكيميائي العصبي المحرر من الحويصلات المشبكية.

2- أ - نوع المشبك س: مشبك مثبط.

ص: مشبك منشط.

ب - الليف "ل2" هو الذي يحقق أكبر سرعة.

$$\text{سر} = \frac{\Delta \text{س}}{\Delta \text{ز}}$$

$$\text{بالنسبة لـ "ل1" } \Delta \text{س} = 15 - 5 = 10 \text{ مم} \\ \Delta \text{ز} = 3 - 1 = 2 \text{ ملي ثانية}$$

$$\text{سر} = \frac{\Delta \text{س}}{\Delta \text{ز}} = \frac{10}{2} = 5 \text{ مم/ملي ثانية} = 5 \text{ م/ثا}$$

$$\text{بالنسبة لـ "ل2" } \Delta \text{س} = 30 - 10 = 20 \text{ مم} \\ \Delta \text{ز} = 3 - 1 = 2 \text{ ملي ثانية}$$

$$\text{سر} = \frac{\Delta \text{س}}{\Delta \text{ز}} = \frac{20}{2} = 10 \text{ م/ثا} . \text{ نعم إن هذا يؤكد إجابة السؤال ب.}$$

3- أ - الحويصلات A: ينتقل الصوديوم المشع إلى الداخل وذلك بوجود التنبيه فقط وهذا يدل على أن القنوات الغشائية هذه والتي مرت عبرها شوارد الصوديوم هي مرتبطة بالفولطية حيث تفتح بالتنبيه الفعال ولا تتأثر بالمبلغ العصبي الكيميائي (ACH).

الحويصلات B: ينتقل الصوديوم المشع إلى الداخل بوجود المبلغ العصبي الكيميائي (ACH) وهذا يدل على أن هذه القنوات الغشائية التي مرت عبرها شوارد الصوديوم هي قنوات مرتبطة بالكيمياء حيث تفتح فقط عند وجود وتثبيت المبلغ العصبي عليها فقط.

ب - الكورار مادة سامة لها نهايتين كل واحدة بنيتها تشبه بنية الأستيل كولين (ACH) فيتثبت على مستقبلين للـ ACH مانعة بذلك جزيئات المبلغ العصبي (ACH) من التثبيت على المستقبلات الخاصة بها، فلا تفتح هذه القنوات المتعلقة بالكيمياء فلا يدخل الصوديوم المشع على مستوى الحويصلات B رغم وجود الـ ACH، أما الحويصلات A فلا تتأثر بالكورار لغياب القنوات المرتبطة بالكيمياء الخاصة بالـ ACH.

### 15 إجابة تمرين

أ - 1 - البيانات: (1) غشاء بعد مشبكي. (2) غمدشوان. (3) هيولي المحور الأسطواني.

(4) غشاء قبل مشبكي. (5) هيولي اليف العضلي. (6) ليف عضلي. (7) حيز مشبكي.

2 - تستجيب العضلة (الليف العضلية) إثر تنبيه فعال لليف العصبي المحرك بالتقلص أو ينقل الليف العصبي المحرك السيالة العصبية بالاتجاه النابذ.

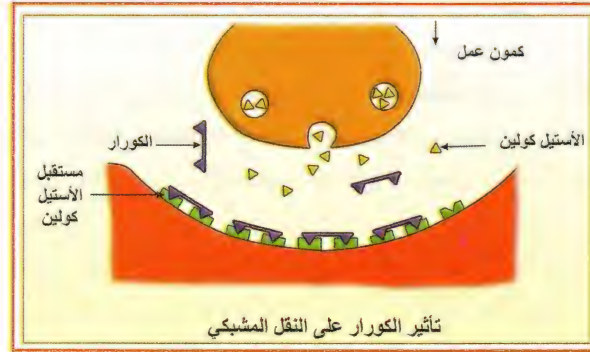
أو الليف العصبي المحرك قابل للتنبيه وينقل التنبيه بالاتجاه النابذ نحو الخلية البعد مشبكية.

ب - 1 - تفسير نتائج التجربة - أ - : تسجيل كمون عمل في الخلية بعد مشبكية نتيجة حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي يدل على:

- أن هذا المشبك كيميائي.
- المبلغ الكيميائي في هذا المشبك هو الأستيل كولين (مبلغ منبه).
- يؤثر المبلغ الكيميائي المعني على الخلية بعد مشبكية لإحتوائها على مستقبلات غشائية وهي عبارة عن قنوات مبهوة كيميائياً...



- 2 - الإستنتاج: الكورار يمنع إنتقال السيالة العصبية (النبا) من الخلية القبل مشبكية إلى الخلية بعد مشبكية.
- 3 - الأستيل كولين لا يؤثر إلا على مستوى الحيز المشبكي.
- 4 - المعلومات الإضافية المستنتجة أن:
- الأستيل كولين يؤثر على مستوى الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي وليس على مستوى الهيليولي، لوجود المستقبلات الخاصة به أي النوعية (القنوات الميوية كيميائية).
- حتى يعمل الأستيل كولين يجب أن يتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة به.
- 5 - الرسم :



- 6 - نعم حدوث شلل يعود إلى تثبيت جزيئات الكورار على القنوات الغشائية المرتبطة بالكيمياء منافسة في ذلك جزيئات الأستيل كولين وبالتالي تمنع إنتقال النبا إلى الخلية البعد مشبكية (الليفية العضلية) فيصاب الحيوان بالشلل.

## اجابة التمرين 16

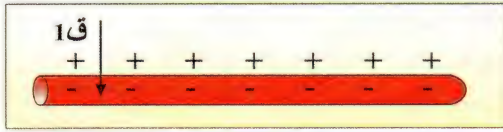
- أ - تختلف هذه الألياف عن بعضها من حيث : - القطر (سميكة ورفيعة).
- البنية (ذات نخاعين وعديم النخاعين).
- ب - 1 - إن للمورفين تأثير على الكمونات الممثلة والمسؤولة عن الشعور بالألم المتأخر خاصة فهو يعمل على إلغائها. الإستنتاج : المورفين يعمل على إلغاء الكمونات المسؤولة عن الألم فعدم الإحساس بالألم.
- 2 - السيالة العصبية لا تصل إلى المراكز العصبية بنفس السرعة، هناك إختلاف في سرعة وصولها ويتعلق ذلك بنوع الإلياف المشكلة للعصب.
- الفرضيات: - تنتقل السيالة العصبية أسرع كلما كان قطر الليف أكبر.
- تنتقل السيالة العصبية أسرع بوجود مادة النخاعين.
- ج - 1 - نلاحظ من الجدول أن السيالة العصبية تزداد بازدياد قطر الليف العصبي ونوع الليف.
- الإستنتاج: سرعة السيالة العصبية مرتبطة بقطر الليف العصبي ذو النخاعين ونوع الليف هل هو نخاعيني أو عديم النخاعين.
- 2 - نعم أن هذه النتائج تسمح بالتحقق من الفرضية السابقة.
- 3 - تستخدم للتخفيف من الألم عند بعض المرضى.
- د - 1 - المشبك ف (1 - 2) ... مثبط لأنه عند تنبيه الليف 2 نسجل عدم الإحساس بالألم.
- المشبك ف (1 - 3) ... منبه لأنه عند تنبيه الليف 1 نسجل الإحساس بالألم.
- 2 - المادة P عبارة عن مبلغ عصبي كيميائي للمشبك المنبه ف (1 - 3) المسؤول عن الإحساس بالألم في حين الإنكيفالين مبلغ كيميائي للمشبك المثبط ف (2 - 1) والتي تثبط عمل المشبك السابق.
- 3 - نستنتج من مقارنة نتائج التجريبتين (2 و 3) أن للمورفين نفس تأثير الإنكيفالين.
- 4 - الفرضيات: المورفين يعيق عمل المبلغ الكيميائي عن طريق:
- المورفين ينشط إفراز الإنكيفالين.
- المورفين يمنع تحلل الإنكيفالين.



- المورفين يعمل عمل الإنكيفالين.  
– تثبتت المورفين على مستقبلات الأنكيفالين.  
– 1 – نعم تتفق مع الفرضية الرابعة أن المورفين يتثبت على المستقبل الغشائي الخاص بالمبلغ الكيميائي وبالتالي يمنع تثبيته.  
2 – التسجيل (أ) في غياب المورفين :  
– إحساس بالألم الحاطف نتيجة إنتقال سيالة عصبية إلى المركز العصبي بواسطة الألياف الكبيرة القطر. أما الإحساس بالألم المتأخر نتيجة تحرير المبلغ الكيميائي في المشبك العصبي – العصبي وتثبيته على مستقبلات الغشاء بعد مشبكي.  
– أما التسجيل (ب) في وجود المورفين: نسجل الألم الحاطف فقط نتيجة إنتقال السيالة العصبية إلى المركز العصبي عن طريق الألياف كبيرة القطر، أما الألم المتأخر لا يسجل نتيجة تثبتت المورفين على مستقبلات المبلغ الكيميائي في المشبك العصبي – العصبي الموجود في المادة الرمادية للنخاع الشوكي وبالتالي لا تنتقل السيالة العصبية للدماغ.

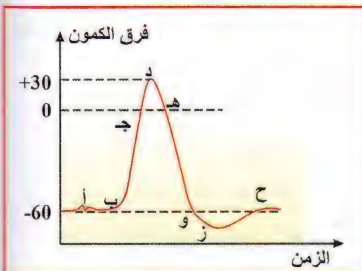
### إجابة التمرين 17

- 1 – أ – دور راسم الإهتزاز المهبطي: – يمكن من دراسة الظواهر الكهربائية لغشاء الليف ومشاهدتها.  
– لا يمكن الإستغناء عن المضخم لأن الكمونات الغشائية من رتبة الملي فولط، وهذا يتطلب تضخيمها حتى يتسنى تسجيلها بوضوح على شاشة راسم الإهتزاز المهبطي.  
ب – التغير المشاهد مع التعليل: كمون راحة.  
– لأننا تحصلنا على التسجيل دون تنبيه الليف.  
ج – الخاصية: الإستقطاب (الرسم المجاور).  
2 – العنوان: كمون عمل أحادي الطور.  
التحليل: – أ : إشارة بدء التنبيه.  
– أ ب: زمن الكمون.  
– ب ج: زوال وإنعكاس في الإستقطاب.  
– ج د : عودة الإستقطاب.  
– د هـ : فرط الإستقطاب.  
– هـ و : العودة إلى كمون الراحة.



### إجابة التمرين 18

- I – 1 – عندما يكون المسرى 1م على السطح ← فرق الكمون 0 ← تماثل شحنات السطح الخارجي من الليف العصبي. المسرى 1م داخل هيولي الليف ← فرق الكمون 60- ملي فولط ← إختلاف في الشحنات داخل وخارج الليف (وجود فرق في الكمون).  
الإستنتاج: غشاء اليف العصبي يفصل بين شحنات موجبة في الخارج وسالبة في الداخل ← مستقطب.  
2 – يمثل الجزء ع كمون عمل أحادي الطور.  
التعليل: كمون عمل لأنه حصل عليه إثر تنبيه فعال.  
أحادي الطور لأنه 1م داخل الليف 2م مرجعي.  
الجزء ص : كمون راحة.  
3 – تحليل ظاهرة كمون العمل فيزيائيا:  
أ ب : الزمن الضائع (زمن الكمون).





ب ج : زوال الإستقطاب.

د هـ : عودة الإستقطاب.

ز ح : العودة إلى كمون الراحة.

الإستنتاج: يولد التنبيه الفعال موجة زوال إستقطاب.

4 - زوال وإنعكاس الإستقطاب نتيجة الدخول السريع و المكثف لشوارد الـ  $Na^+$ .

- عودة الإستقطاب نتيجة خروج شوارد الـ  $K^+$ .

- فرط الإستقطاب نتيجة إستمرارية خروج شوارد الـ  $K^+$ .

- العودة إلى كمون الراحة نتيجة عمل المضخة السريع لإعادة فرق التركيز الأصلي.

5 - طبيعة السيالة العصبية : كهروكيميائية.

II - 1 - تحليل المنحنيات : المنحنيات الثلاثة تمثل كمونات عمل أحادية الطور مع وجود إختلاف في سعة هذه

الكمونات نتيجة إختلاف في تركيز الشوارد في الوسط الخارجي: كلما نقصت تركيز شوارد الـ  $Na^+$  نقصت سعة كمون العمل.

الإستنتاج: فيما يخص العلاقة بين الكمون الغشائي و تركيز الشوارد في الوسط الخارجي: زوال وإنعكاس الإستقطاب يتعلق بشوارد الـ  $Na^+$ .

2 - الرسم: (راجع إجابة التمرين 27).

## إجابة التمرين 19

1 - أ - سبب إستعمال ماء البحر : وجود تشابه في التركيب والتركيز الشاردي بين دم الكالمار (الوسط الطبيعي) وماء البحر.

ب - الإشكالية : يفصل الغشاء الهوليولي لليف بين وسطين مختلفي التركيز، الوسط الخارجي غني بـ  $Na^+$  وفقير بـ  $K^+$ ، والوسط الداخلي (الهوليولي) غني بـ  $K^+$  وفقير بـ  $Na^+$  مما يطرح سؤال: لماذا لا يحدث ميز لهاتين الشاردين؟

ج - الفرضيات المقترحة:

- الأولى : ان غشاء الليف غير نفوذ للشاردين ( $Na^+$   $K^+$ ).

- الثانية : غشاء الليف نفوذ للشاردين ولكنه يتدخل بظاهرة حيوية للحفاظ على عدم تساوي التراكيز.

2 - أ - تظهر التجربة ان الغشاء الهوليولي نفوذ لشوارد  $Na^+$ .

ب -  $\alpha$  - المعلومة المقدمة مع التعليل: طرح شوارد  $Na^+$  عكس تدرج التركيز يستهلك طاقة على شكل ATP.

- التعليل: إضافة DNP في ز1 (يمنع تشكل الـ ATP) أدى إلى تناقص كبير في تدفق  $Na^+$ .

- إضافة ATP في ز4 زاد نسبيا في تدفق  $Na^+$ .

- عودة إنتاج الـ ATP من طرف المحور عند التخلص من DNP في ز6 عمل على عودة تدفق  $Na^+$  إلى حالته الطبيعية.

$\beta$  - الغرض من إستعمال الـ AMP: التأكد من إرتباط التدفق بإستهلاك الطاقة حيث أن الـ AMP مثل الـ ATP إلا أنها فقيرة بالطاقة.

$\gamma$  - نعم تم التحقق من إحدى الفرضيتين.

- يتدخل الغشاء بصفة فعالة للحفاظ على إختلاف التوزع الشاردي مما يتطلب إستهلاك طاقة لنقل الشوارد عكس تدرج تركيزها (نقل فعال).

3 - أ - تحليل المنحنى:

- من التركيز 0 إلى 100 ميلي مول/ لتر يزداد الكمون الغشائي بسرعة.

- من التركيز 100 ميلي مول/ لتر إلى 400 يزداد الكمون الغشائي ببطء ليبلغ (60-) ميلي فولط.

- من التركيز 400 ميلي مول/ لتر فما فوق يثبت الكمون الغشائي في 60- ميلي فولط.

ب - منشأ الكمون: الكمون الغشائي ناتج عن الإختلاف في التوزع الشاردي المتباين بين داخل وخارج المحور، وهنا



ما تؤكدته نتائج الوثيقة (4) فكلما زاد فرق تركيز  $K^+$  بين داخل وخارج المحور كلما زادت قيمة الكمون الغشائي إلى حد التركيز الطبيعي 400 ميلي مول / لتر أي ان كمون الراحة سببه شوارد  $K^+$  لذا يسمى بكمون البوتاسيوم.

4 - أ - التفسير: (ب جـ) زوال الإستقطاب وإنعكاسه الذي يفسر بدخول شوارد  $Na^+$  :

- عند منع دخول  $Na^+$  إنعدام كمون العمل.

- عند إنخفاض تركيز  $Na^+$  خارج المحور أثر ذلك على سعة كمون العمل سلبا.

- (جـ د) عودة الإستقطاب الذي يفسر بخروج شوارد  $K^+$ .

ب - التفسير: (د هـ) فرط في الإستقطاب يفسر باستمرار خروج  $K^+$ .

(هـ و) عودة الغشاء إلى كمون الراحة الذي يفسر بتدخل مضخة  $K^+/Na^+$ ، بطرح  $Na^+$  وإدخال

$K^+$ ، عكس تدرج تركيزهما بإستهلاك الطاقة.

## 20 إجابة التمرين

1 - نوع التنبيه: ميكانيكي (آلي).

2 - أ - كل خط عمودي يمثل كمون عمل أحادي الطور.

ب - نلاحظ إرتفاعا في تردد كمونات العمل من الحالة 1 إلى الحالة 3 مروراً بالحالة 2، ومنه هنا نستنتج أنه كلما تزداد سعة الحركات السريعة المنبهة للزغب كلما إرتفع تردد كمونات العمل على مستوى العصبون المستقبل.

3 - أ - يمثل هذا التسجيل كمونات عمل بعد مشبكية.

ب - تتميز كمونات عمل الحالة 1 بتباعدها وسعتها ضعيفة.

أما كمونات عمل الحالة 2 تتميز بتقاربها الذي أدى إلى إندماجها وإرتفاع سعتها.

الإستنتاج: إن التقارب الزمني لكمونات العمل البعد مشبكية ضعيفة يؤدي إلى إندماج وبالتالي الحصول على كمون عمل بعد مشبكي ذو سعة أكبر كما في الحالة 2.

4 - أ - التسجيل المحصل عليه بواسطة  $O_2$  بعد التنبيه الفعال للعصبون B هو فرط إستقطاب.

ب - وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العصبون C.

- دخول شوارد الكالسيوم في هيلي العصبون C من جهة المشبك.

- تحرير المبلغ العصبي GABA وتثبيته على المستقبلات الخاصة به على الغشاء الهيلي للعنصر البعد مشبكي.

- فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فدخل الـ  $Cl^-$  وفتح قنوات البوتاسيوم فخروج البوتاسيوم، فينتج عن ذلك فرط إستقطاب.

جـ - إن العصبون C يثبط (يكبح) نشاط العصبون D.

5 - المشبك بين B و C هو مشبك منشط.

المشبك بين D و C هو مشبك مثبط (كابع).

6 - إن العصبون D يقوم بإدماج كمونات العمل البعد مشبكية المنبهة والمثبطة مما ينتج عنه توصيل أو عدم توصيل المعلومات إلى المخ.

إذا وصلت المجموع الجبري لهذه الكمونات عتبة التنبيه ← تكوين كمون عمل.

إذا وصلت المجموع الجبري لهذه الكمونات دون العتبة ← عدم تكوين كمون عمل.

## 21 إجابة التمرين

الشكل 1 ← مشبك كيميائي

الشكل 2 ← مشبك كهربائي

1 - التعرف على المشبكين



البيانات: 1- زر مشبكي. 2- حوصل مشبكي. 3- خلية بعد مشبكية. 4- جزئيات المبلغ الكيميائي المفردة. 5- غشاء قبل مشبكي. 6- حوصل مشبكي في حالة إفراز. 7- قناة كيميائية. 8- غشاء بعد مشبكي. 9- لييفات. 10- هيولي العنصر قبل المشبكي. 11- ميتوكوندري. 12- مرور الشوارد عبر قنوات الإتصال. 13- قنوات الإتصال.

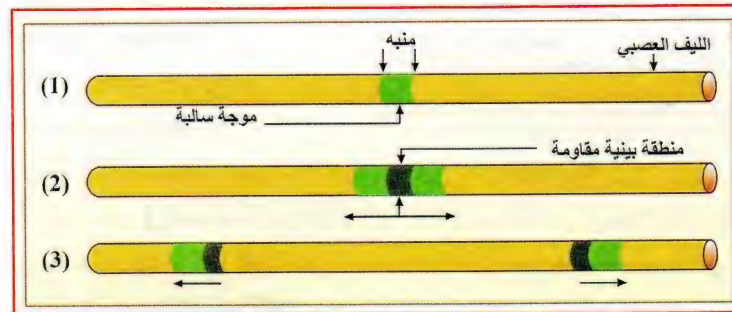
## 2 - المقارنة:

المشبك الكيميائي	المشبك الكهربائي
1- الحيز المشبكي	يوجد حيز بين الغشائين القبل والبعد مشبكي
2- المبلغ الكيميائي	وجود مبلغ كيميائي
	إتصال الغشائين القبل والبعد مشبكي (لا يوجد حيز)
	غياب المبلغ الكيميائي

الإستنتاج: يوجد إستمرارية بين الغشائين القبل والبعد مشبكي في المشابك الكهربائية عكس المشابك الكيميائية. 3 - أ - المعلومة المستخلصة: ينتقل النبأ من الخلية القبل مشبكية إلى الخلية البعد مشبكية مباشرة عبر قنوات الإتصال التي تربط بين غشاء الخليتين القبل والبعد مشبكية. ب - أوجه الاختلاف بين المشبكين تكمن في: بنوية: إرتباط الغشاء قبل مشبكي بالغشاء بعد مشبكي في المشابك الكهربائية عبر قنوات. وجود حيز مشبكي في المشابك الكيميائية. وظيفة: - ينتقل النبأ في المشبك الكهربائي بفضل قنوات الإتصال. - ينتقل النبأ في المشبك الكيميائي عن طريق مبلغ كيميائي.

## 22 إجابة التمرين

1 - أ - إن كمية الشحنة الكهربائية السالبة (شدة المنبه) الخاص بكل تنبيه على حدة غير كافية لإثارة كمون العمل، لكن في حالة وقوعها متتابة و متقاربة تتجمع كمية الشحنات لمختلف التنبيهات أي تضيف تأثيرها لبعضها البعض لترتقي إلى عتبة التنبه وتعرف هذه الظاهرة بالتجميع الزمني Sommatation temporelle. ب - يؤدي التنبيه الفعال إلى توليد موجة سالبة. - بداية إنتشار الموجة السالبة في الإتجاهين المعاكسين مع ظهور منطقة بينية مقاومة محددة الدور المقاوم. - تتبع المنطقة المقاومة من الخلف موجة إزالة الإستقطاب مانعة إياها من الرجوع إلى الخلف تضمن بذلك تقدمها إلى الأمام. فبعد تنبيه فعال يصبح الليف خلال مهلة قصيرة غير قابلة للتنبيه على الإطلاق، تعبر هذه الفترة (المهلة) عن الدور المقاوم المطلق لليف الذي يتبعه دور مقاوم نسبي يكون الليف أثناءها أقل تنبيهها لذا خلال هذا الدور يجب رفع مدة التنبيه الثاني ليصبح فعالاً.



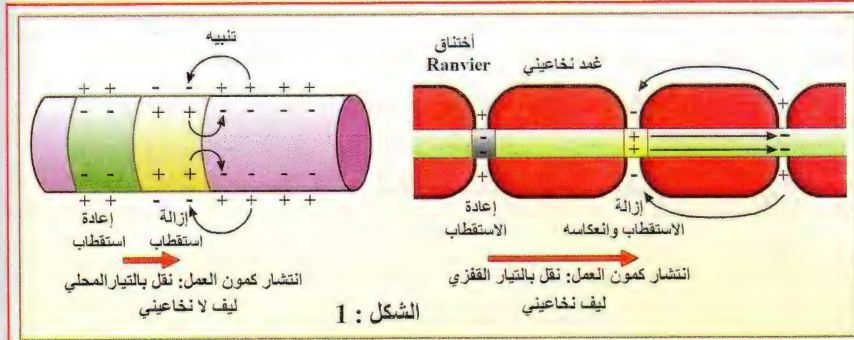
2 - أ - يتميز هذا التسجيل (3) بطورين أساسيين أ، ب يعني هذا التسجيل تغيرا في بنية أو وظيفة الألياف العصبية المكونة لهذا العصب، طورا هذا المنحنى يدل على وجود نوعين من الألياف العصبية على الأقل في هذا العصب: - ألياف ذات سرعة كبيرة تعبر عنها الجزء "أ" من المخطط الكهروعضبي.



— ألياف ذات سرعة أقل يعبر عنها الجزء "ب" من المخطط الكهروعضبي.  
نستخلص أن سرعة التوصيل في الألياف مختلفة حسب نوع الألياف العصبية.  
ب — تزودنا هذه المعطيات بـ :

• سرعة السيالة العصبية تتناسب طرداً مع قطر الليف النخاعي حيث :  
$$6/1 = 12/2 = 30/5 = 60/10 = 120/20$$

أي العلاقة بين القطر والسرع الطردية و1 قطر = 6 سرعة فيمكننا حساب سرعة السيالة العصبية في ليف نخاعي آخر إذا علمنا قطره، فمثلاً إذا كان قطر ليف آخر هو 12 ملي ميكرون فالسرعة تكون  $12 \times 6 = 72$  م ث<sup>-1</sup> وهكذا سرعة السيالة في الألياف النخاعينية السمكية أكبر من الألياف النخاعينية الرفيعة لأن المسافة بين إختناق رانفيير وآخر موالي يتناسب طرداً مع قطر الليف ففي الحالة الألى تكون القفزات طويلة وفي الحالة الثانية قصيرة.



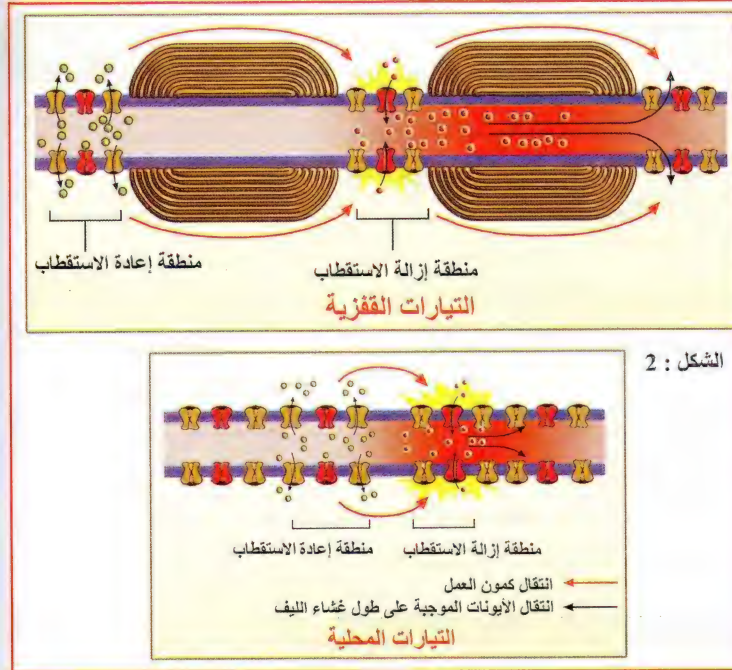
• سرعة السيالة العصبية في الألياف النخاعينية أكبر من الألياف عديمة النخاعين لأنه في الحالة الأولى يكون الإنتقال بشكل قفزات من إختناق رانفيير لآخر موالي أما في الحالة الثانية فيكون

الإنتقال بشكل تيارات محلية تنتقل من نقطة إلى أخرى.

• سرعة السيالة العصبية تتأثر بدرجة الحرارة وتتضاعف عند رفع درجة الحرارة 10 م° في حدود التجربة تقريباً.

• تتأثر سرعة السيالة العصبية بنوع الحيوان الذي أخذ منه الليف.  
ج — إختلاف السرعة يدل على أن السيالة العصبية ليست بتيار كهربائي:

— تأثيرها بدرجة الحرارة دلالة على ربط السيالة بظاهرة كيميائية.  
— تأثيرها بالمخدرات ودرجات الحرارة القصوى يؤكد بأنها تعتبر ظاهرة

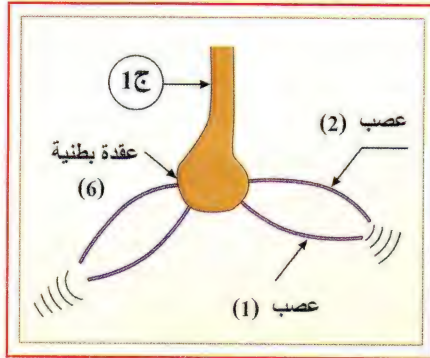


بيولوجية (حيوية). لذا فطبيعة السيالة العصبية هي بيوكيميائية.


- 3 — أثناء كمون العمل نلاحظ تغير في النفاذية تجاه أيوني الـ  $Na^+$  والـ  $K^+$  وفي تركيزهما داخل المحور. يبين تحليل هذه المنحنيات أن التغيرات المصاحبة لكمون العمل تتم على ثلاث مراحل:
- دخول مكثف Explosive لأيونات الـ  $Na^+$  فيؤدي إلى زوال وإنعكاس الإستقطاب.
  - خروج بطيء نسبياً لأيونات الـ  $K^+$  مؤدياً إلى عودة الإستقطاب.
  - رجوع كل من تركيز الأيونات والنفاذية إلى قيمتها الأصلية بعمل المضخة.




كيف يعمل المركز العصبي عند الصراير (العقدة البطنية 6) على دمج المعلومات التي تصله؟



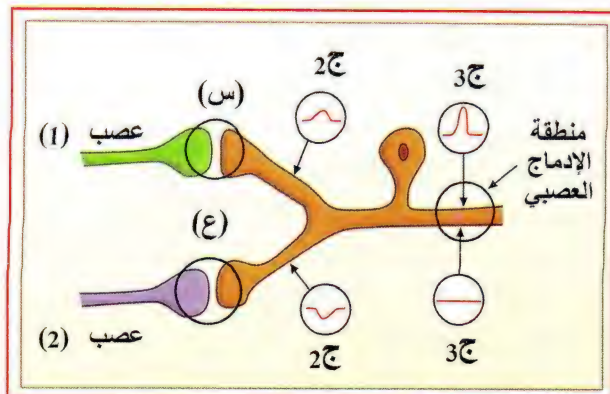
تحليل تسجيلات الوثيقة (3):  
- التنبيه الفعال للعصب (1) المتصل بالعقدة البطنية (6) أدى إلى تسجيل كمون عمل أحادي الطور، يدل ذلك على إنتقال السيالة العصبية إلى العنصر بعد مشبكي.

- نستنتج أن نوع المشبك هنا هو مشبك تنبيهي.   
- التنبيه الفعال للعصب (2) المتصل بالعقدة البطنية (6) أدى إلى عدم تسجيل كمون في العنصر بعد مشبكي، يدل ذلك على عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية.

- نستنتج أن نوع المشبك هنا هو مشبك تثبيطي.   
- التنبيه الفعال للعصبين (1)، (2) في نفس الوقت أدى إلى عدم تسجيل كمون عمل يدل ذلك على عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية وذلك ناتج عن دمج السيالة العصبية التنبيهية (1) والتثبيطية (2)، فكانت المحصلة الجبرية للإدماج عدم تسجيل كمون عمل [عدم مرور السيالة العصبية].

التأكد من ذلك بالرجوع على الوثيقة (4):

- التنبيه في العصب (1) أدى على تسجيل كمون عمل في الجهاز (ج2) سعته  $\leq$  العتبة ويمكن التأكد من ذلك بتسجيل كمون عمل في الجهاز (ج3) لمنطقة الإدماج العصبي.



..... المشبك (س): مشبك منشط.  
- التنبيه في العصب (2) أدى إلى تسجيل فرط إستقطاب في الجهاز (ج2) ونتج عن ذلك عدم تسجيل كمون في الخلية بعد مشبكية في الجهاز (ج3).  
..... المشبك (ع): مشبك مثبط.

- التنبيه في العصبين (1)، (2) أدى إلى عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية لان محصلة إدماج التنبيهين  $>$  العتبة.

نستنتج من كل هذا أن إستجابة هذه الصراير إثر التنبيه بتيارات هوائية بسيطة يتوقف على إستقبال

هذه التنبيهات بواسطة القرون البطنية المتصلة بالعقدة البطنية (6)، وأن حدوث أو عدم الإستجابة (تكوين كمون عمل) يتوقف على العصب المنبه (1 أو 2) أو العصبين (1، 2) معا ومحصلة الإدماج العصبي للأعصاب التي تم تنبيهها.

1 - أ - نوع الإستجابة في كل جهاز:

- في O1 نحصل على كمون عمل.

- في O2 نحصل على كمون بعد مشبكي منبه (PPSE) (منشط).

- في O3 نحصل على كمون بعد مشبكي مثبط (PPSI).

ب - المشبك بين ل1 و ل2 هو مشبك منبه لانه حصلنا على PPSE في O2.

- المشبك بين ل3 و ل4 هو مشبك مثبط لأنه حصلنا على PPSI في O3.

2 - أ - المبلغ العصبي المتدخل في نقل السيالة العصبية بين العصبونين ل1 و ل2 هو حمض الغلوتاميك لأنه حصلنا على كمون عمل في مستوى O2.

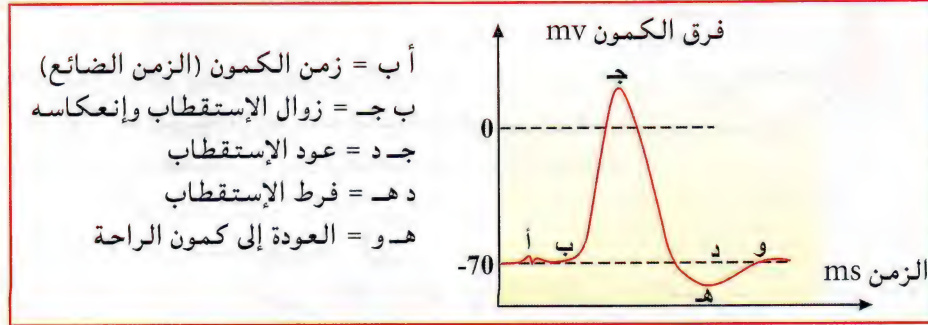
- المبلغ العصبي المتدخل في بين ل3 و ل4 هو الـ GABA لأنه حصلنا على PPSI على مستوى O3.



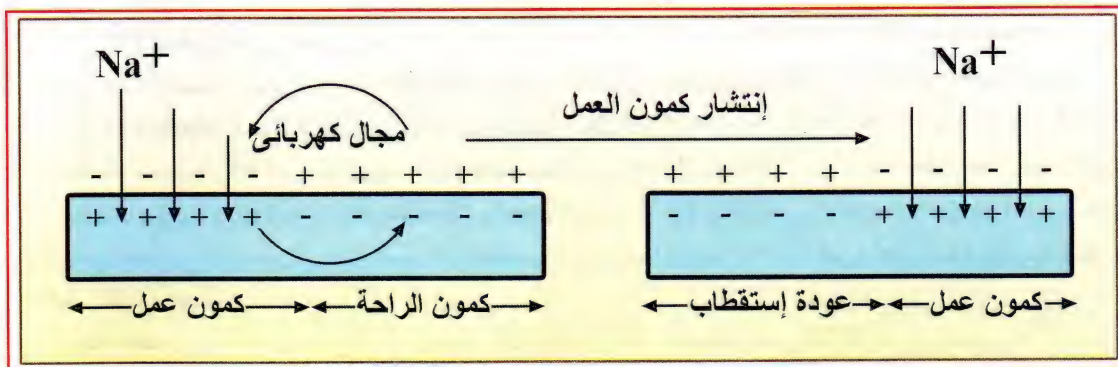
- ب - غياب فرط الاستقطاب بعد وضع مادة الـ Bicuculline يدل على ان هذه المادة تمنع تأثير الـ GABA إما :  
 - منع تحرير الـ GABA. أو  
 - إحتلاله لمستقبلات الـ GABA على مستوى الغشاء الهولي للعنصر البعد مشبكي.

## إجابة التمرين 25

I - 1 -



- 2 - ب ج = زوال الإستقطاب وإنعكاسه نتيجة دخول شوارد الـ  $Na^+$ .  
 ج د = عودة الإستقطاب نتيجة خروج شوارد الـ  $K^+$ .  
 د هـ = فرط إستقطاب نتيجة إستمرارية خروج شوارد الـ  $K^+$ .  
 هـ و = العودة إلى كمون الراحة نتيجة عمل المضخة.
- 3 - المنحنى أ = كمون عمل واحد لنوعي الألياف أي إندماج كمونات عملها نظرا لقرب ق1 من ق2.  
 المنحنى ب = نظرا لزيادة المسافة ق1 ن2 بدأت تظهر ذروتين لكموني عمل.  
 الذروة الكبيرة تسبق الذروة الصغيرة، لأنها تمثل مجموع كمونات عمل الألياف الأكثر عددا (66,66%) والأسرع ناقلية للسيالة العصبية كونها ذات قطر كبير (14 ميكرون).  
 المنحنى ج = زاد الإنفصال بين ذروتي كموني العمل لنوعي الألياف وذلك لبعد المسافة ق1 - ن2 (100 مم).  
 المنحنى د = يزداد الإنفصال أكثر عن حالة ج نظرا لبعد المسافة (150 مم).
- 4 - سرعة إنتشار السيالة في الألياف السريعة (14) ميكرون.  
 السرعة =  $\Delta / \Delta t = 0,001 \times 100 / 0,001 \times 2,5 = 40$  م / ثا.  
 سرعة إنتشار السيالة في الإلياف البطيئة (5) ميكرون.  
 السرعة =  $\Delta / \Delta t = 0,001 \times 100 / 0,001 \times 5 = 20$  م / ثا
- II - 1 - تحليل المنحنى: كمون الراحة المقاس يزداد بزيادة تركيز شوارد الـ  $K^+$  في داخل الليف إلى أن يصل إلى قيمته الحقيقية (-70 ملي فولط) وذلك عندما يصل تركيز شوارد الـ  $K^+$  إلى 400 ملي مول / لتر (لاحظ المنحنى). وهو التركيز الحقيقي الذي يتواجد عليه في الليف العصبي.  
 النتيجة: إذا فارق التركيز فيما يخص شوارد الـ  $K^+$  هو السبب الحقيقي لكمون الراحة.
- 2 - إن الدخول المكثف لشوارد الـ  $Na^+$  نتيجة التنبيه الفعال هو السبب الحقيقي لكمون العمل.





أ - المرحلة الأولى:

- 1 - الليف A: ليف عصبي ذو نخاعين. الليف C: ليف عصبي عديم النخاعين.
- 2 - التسجيل 1: يبين أن الشعور بالألم (الحسرة) يعود لتولد سيالتين (من اليسار إلى اليمين) الأولى سريعة (النوع A) لأنها ذات نخاعين تنتقل بشكل تيارات قفزية والثانية بطيئة (النوع C) لأنها عديمة النخاعين تنتقل بشكل تيارات محلية.
- 3 - نعم تؤكد وتعطي معلومات إضافية: حيث التسجيل الأول مسؤولة عنه الألياف ذات النخاعين بينما التسجيل الثاني مسؤولة عنه الألياف عديمة النخاعين.

ب - المرحلة الثانية:

- 1 - المعلومات المستخرجة من المرحلتين:
  - أ - الألياف A و C هي ألياف حسية مسؤولة عن نقل الشعور بالطعم الحار.
  - ب - يعود المذاق الحار إلى مادة الكبسين المتواجدة في الفلفل الحار.
  - ج - تحتوي بعض الألياف الحسية على بروتينات غشائية خاصة لها مواقع تثبيت من جهة الهيولي لمادة الكبسين.
- 2 - مسار المذاق الحار: يمكن تمثيل ذلك في المخطط التالي: أكل الفلفل الحار يؤدي إلى تحرير مادة الكبسين منه ← نفوذ هذه المادة عبر الغشاء الهيولي للألياف العصبية الحسية وبتواجد بروتينات غشائية خاصة (VR - 1) تثبت جزيئات الكبسين على مواقع خاصة تؤدي إلى نفوذ الشوارد عبر القنوات (مثل شوارد الـ  $Na^+$ ) فيتولد كمون عمل في هذه الألياف الحسية لتنتقل الإحساس بالطعم الحار.

- 1 - نلاحظ من الجدول أنه هناك تباين في توزيع الشوارد على جانبي الغشاء الهيولي حيث تركيز الصوديوم في الوسط الخارجي أكبر من هيولي المحور بحوالي (9) أضعاف في حين تركيز البوتاسيوم داخل المحور أكبر من الوسط الخارجي بـ (20) مرة.
- 2 - الإشكالية: ما سبب هذا الاختلاف في التركيز أو بالأحرى لماذا لا يحدث ميز لهاتين الشاردتين.
- 3 - أ - التحليل:
  - 1 - 5 ملي ثانية: إن مرحلة زوال وإنعكاس الإستقطاب يوافقها تيار أيوني داخلي وفي هذه الفترة يزداد عدد القنوات المفتوحة من النمط (1) ويبلغ أقصاه عند (1) ملي ثانية ثم يقل عددها لتغلق كلية عند (2,5) ملي ثانية.
  - 2 - 5 ملي ثانية: مرحلة عودة الإستقطاب وفرط الإستقطاب يوافقها تيار أيوني خارجي ويوافق ذلك زيادة في عدد القنوات المفتوحة من النمط (2) ببطء لتبلغ أقصاه عند (2) ملي ثانية ثم يقل عددها لتغلق كلية عند (5) ملي ثانية.
- ب - نعم. التعليل: حسب معطيات الجدول، فإن الشوارد التي يمكن أن يحدث لها ميز في التيار الداخلي هي شوارد الصوديوم وهذا يتفق مع زيادة الشحنة الموجبة في الداخل والسالبة في الخارج، أما التيار الخارج فإن الشوارد التي يحدث لها ميز مع هذا التيار هي شوارد البوتاسيوم وهذا يسبب في عودة الإستقطاب بزيادة كمية الشحنة السالبة في الداخل والموجبة في الخارج.
- ج - إذا التيار الداخل يتم عبر قنوات مرتبطة بالفولطية (النمط 1) خاصة بشوارد الصوديوم مسببة زوال وإنعكاس الإستقطاب، والتيار الخارج يتم عبر قنوات مرتبطة بالفولطية (النمط 2) وهي خاصة بشوارد البوتاسيوم مسببة عودة وفرط الاستقطاب.
- د - إن كمون العمل مظهر كهربائي للسيالة العصبية ويترجم بإنعكاس مؤقت للإستقطاب ينتقل على طول الليف وينتج عن:



- الدخول السريع والمكثف لشوارد الـ  $\text{Na}^+$  عبر القنوات المتعلقة بالفولطية بعد فتحها مسببة زوال وإنعكاس الإستقطاب مع بقاء قنوات الـ  $\text{K}^+$  المتعلقة بالفولطية مغلقة.
- غلق قنوات الـ  $\text{Na}^+$  المتعلقة بالفولطية وفتح قنوات البوتاسيوم  $\text{K}^+$  المتعلقة بالفولطية فالخروج البطيء للبوتاسيوم وبكميات أقل من الصوديوم مسببة عودة الإستقطاب وتأخر غلق قنوات الـ  $\text{K}^+$  يتسبب في إستمرارية خروج الـ  $\text{K}^+$  مسببة فرط إستقطاب.

## 28 إجابة القصص

- 1 — دور العصبونات : تدل معطيات التجارب أن:  
— العصبون "أ" و العصبون "ج" منبهان.  
— العصبون "ب" مثبط.
- 2 — التحليل : إن التجارب السابقة تبين بأن العصبون "ب" لها مشابك تحوي حوصلاتها المشبكية على المبلغ العصبي GABA وهي مثبطة لذا فهذه المشابك كابحة (مثبطة).  
إن العضلة لا تعمل إلا بعد إزالة مفعول الـ GABA.
- الإستنتاج: إن مشابك العصبون "ب" هي مثبطة تثبط الرسائل العصبية الواردة إلى العصبون "ج" والليف العضلي "ل".
- 3 — أ — التسجيل في O1 كمون عمل أحادي الطور.  
— التسجيل في O2 كمون بعد مشبكي منبه PPSE.  
— التسجيل في O3 كمون عمل أحادي الطور.  
— التسجيل في O4 كمون بعد مشبكي مثبط PPSI.
- ب — عند تنبيه العصبون "أ" لا يحدث تقلص عضلي لأنه التنبيه غير فعال وهذا معناه أن الكمون البعد مشبكي لا يكون كافيا إلا إذا كانت التنبيهات متتالية.



— أما العصبون "ب" فلها مشابك مثبطة.

جـ — يمكن ان نحصل على تقلص الليف العضلي "ل" إذا أحدثت تنبيهات فعالة على العصبون "أ".

د — إن الـ GABA بعد إفرازه يتثبت على المستقبلات النوعية الموجودة على الغشاء الهوليوي البعد مشبكي تعمل على فتحها فدخل الـ  $Cl^-$  تعمل على زيادة فرط الإستقطاب وبالتالي تثبيط إنتقال الرسالة العصبية.

## إجابة التمرين 29

### إستغلال الوثيقة 1:

**التجارب 1، 2 و 3:** التسجيلات المحصل عليها في O1 (المخروط المحوري هي القطعة البدائية للعصبون الحركي)، هي الناتجة عن تنبيه ألياف واردة من العضلة التي يسبب عصبونها الحركي تقلصها بتنبيهات متزايدة الشدة في التجربة 3: التنبيه بالشدة C وهي الأقوى في هذه التجارب تولد كمون عمل يتميز بفترة زوال وإنعكاس الإستقطاب ثم عودة الإستقطاب، إن كمون العمل هذا قابل للإنتشار يسجل في O2.

**التجارب 1 و 2:** إن التنبيهات A و B بشدة أقل من C لا تولد كمون عمل ولكن فقط زوال إستقطاب سعته تزداد بإزدياد شدة المنبه: فهو كمون بعد مشبكي منبه إجمالي (PPSE) الناتج عن مجموع الـ PPSE الأولية الناتجة عن نشاط كل ليف من الألياف الجابذة المنبهة، إن سعة هذا الـ PPSE لا يصل إلى عتبة زوال الإستقطاب في التجارب 1 و 2 ولا يولد كمون عمل، إن هذه العتبة تكون في حدود (55 mv) إذا أخذنا بعين الإعتبار التجربة (3) أين PPSE الإجمالي وصل إلى سعة كافية لتوليد كمون عمل، إن الـ PPSE لا ينتشر على طول المحور الأسطواني وبالتالي لا يتم تسجيل أي شيء في O2 أثناء التجارب 1 ، 2.

**النتيجة:** إن المشابك المتدخلة بين الألياف الجابذة و العصبون الحركي هي مشابك منبهة.

— إن تنبيه كهربائي بشدة كافية يولد في ليف جابذ كمون عمل قبل مشبكي الذي يترجم على مستوى المشبك بتحرير كمية محددة من مبلغ عصبي منبه، إن هذا الأخير هو المسؤول على توليد PPSE أولي في المنطقة البعد مشبكية وهو ضعيف السعة وأقل بكثير من العتبة.

أثناء التجارب 1 ، 2 يولد التنبيه كمون عمل على الألياف الحسية ومجموع الـ PPSE الأولية (وهي تساوي PPSE إجمالي) الناتجة على مستوى القطعة الأولية للعصبون الحركي لم تصل إلى عتبة الإستقطاب، في حين التنبيه C يجند عدد كافي من الألياف القبل مشبكية حتى يصل الـ PPSE الإجمالي إلى هذه العتبة مما يؤدي إلى توليد كمون عمل قابل للإنتشار: هناك تجميع فضائي لكمونات العمل الواردة.

### التجارب 4 و 5:

**التجربة 4:** إن تنبيهين متقاربين بشدة B تسمح بتسجيل في O1 كمونين من نوع PPSE لم تصل إلى عتبة زوال الإستقطاب مما يؤكد النتائج السابقة:

— إن عدد الألياف المجندة (المتدخلة) في كل تنبيه غير كافية للحصول على PPSE إجمالي له سعة كافية لتوليد كمون عمل.

**التجربة 5:** إن عدد الألياف المجندة هو نفسه (شدة B) ولكن في هذه الحالة التنبيهات متتالية بسرعة فإن الـ PPSE الإجمالي الناتج له سعة كافية لتوليد كمون عمل.

**النتيجة:** في التجربة (5) الـ PPSE الناتج عن التنبيه الأول لا يزول تماما (مدته حوالي 10 ملي ثانية) عندما يصل الكمون الوارد الثاني، فإن الـ PPSE الثاني يضيف تأثيره للأول وبالتالي سعة أكبر كافية للوصول إلى العتبة وتوليد كمون عمل بعد مشبكي قابل للإنتشار يسجل في O2 فيحدث في هذه الحالة تجميع زمني.

**الخلاصة:** إن التجارب المدروسة تسمح بإظهار الخواص الإدماجية للعصبون التي تترجم بقدرته على جمع فضائي وزماني للمعلومات الواردة إليه.

— إن الألياف المنبهة الآتية من العضلة القابضة متصلة عن طريق عصبون موصل (جامع) إلى العصبون الحركي الذي يتحكم في تقلص العضلة الباسطة المعاكسة.

— إن تنبيه هذه الألياف يترجم بفرط إستقطاب غشاء العصبون الحركي سعته تزداد بإزدياد شدة المنبه للشدات A ، B ، C ، D. كما في التجارب المدروسة في الوثيقة 1 فإنها عبارة عن كمونات بعد مشبكية إجمالية تكون هنا



مثبطة (PPSI) التي تجعل العصبون الحركي أصعب للتنبيه لأنها تسبب له فرط إستقطاب. لشدة تنبيه ضعيفة A مثلاً، أن عدد الألياف الواردة المتدخلة (المجندة) تكون قليلة فهي تولد على مستوى العصبون الجامع، PPSI إجمالي (تجميع فضائي) سعته متوسطة تترجم برسالة يكون فيها تواترات كمون العمل ضعيفة نسبياً (التواتر يتناسب طرذاً مع سعة الـ PPSI الإجمالي مما يسبب تحرير كمية قليلة من المبلغ العصبي المثبط على مستوى العصبون الحركي ومنه PPSI سعته ضعيفة (1 ملي فولط)).

– إن تزايد شدة التنبيه يسبب تدخل (تجنيد) عدد أكبر فأكبر من الألياف الواردة بتجميع فضائي مما يؤدي إلى توليد PPSI على مستوى العصبون الجامع سعته أكبر فأكبر وهو أصل رسالة عصبية تواترها أكبر فأكبر على مستوى الإتصالات (المشابك) مع العصبون الحركي فكمية المبلغ العصبي تزداد وأنواع الـ PPSI الأولية الناتجة عن وصول كمونات حيث تنتشر في العصبون الجامع فيتم جمعها مما يؤدي إلى توليد PPSI إجمالي سعته تزايد: هناك تجميع زمني. إن سعة الـ PPSI الإجمالي تزداد (A ، B ، C و D) إلى أن تكون كل الألياف الآتية من العضلة القابضة مجندة (D)، إنطلاقاً من هذه القيمة لشدة التنبيه فإن سعة الـ PPSI الإجمالي لن تزداد مهما كانت شدة المنبه (E).

الخلاصة: إن العصبون الحركي قادر على مستوى جسمه الخلوي على جمع كل أنواع الـ PPSE والـ PPSI الأولية الآتية من العصبونات القبل مشبكية، إن الكمون البعد مشبكي الإجمالي (منبه أو مثبط) يدمج في كل لحظة المعلومات التي تصل إلى العصبون الحركي: إن هذا الأخير يمثل وحدة معالجة للمعلومات الواردة.

### 30 إجابة التمرين

- 1 – البيانات: (1) عضلة قابضة. (2) ليف عصبي حسي. (3) جذر خلفي. (4) المادة الرمادية.
- (5) عصبون واصل (مشارك أو جامع). (6) جذر أمامي. (7) ليف عصبي حركي.
- 2 – العضلة 1: عضلة قابضة. العضلة 2: عضلة باسطة.
- 3 – العلاقة بين كتلة الأثقال (شدة المنبه) وتردد كمونات العمل طردية.
- 4 – أ –

تسجيل كمون عمل على الأسيلوسكوب (O)					التنبيه (ت)
O <sub>5</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>1</sub>	
+	–	+	+	+	1 ت
–	–	–	–	–	2 ت
–	+	+	–	–	3 ت
+	–	+	–	+	4 ت

+ : تسجيل كمون عمل — : عدم تسجيل كمون عمل

- ب – عدم تسجيل كمون عمل في العصبون الحركي للعضلة القابضة لأنه أصبح مثبطاً تحت تأثير المبلغ العصبي المثبط الذي يحرر من قبل العصبون الواصل (الجامع).
- في حين العصبون الحركي للعضلة الباسطة أصبح منبهاً بفعل المبلغ العصبي المنشط الذي يحرر من قبل نهايات الألياف العصبية الحسية.
- ج – رسم المشبك (راجع التمرين 6).

### 31 إجابة التمرين

- أ – إستغلال الوثيقة 1 (حلل وفسر): إن حقن الـ GABA لوحده في الحيز المشبكي يسبب فرط الإستقطاب (PPSI) للعصبون الحركي الذي تنتقل عنده قيمة الكمون الغشائي من 70– إلى 76– ملي فولط: إن مشابك الـ GABA هي مشابك مثبطة (كابحة).



إن حقن الـ GABA والبنزوديازيبين يسبب فرط إستقطاب أشد حوالي 10- ملي فولت (من 70- إلى 80- ملي فولت). إن البنزوديازيبين يقوي من تأثيرات الـ GABA وهو مبالغ طبيعي وذلك بزيادة فرط الإستقطاب للعصبون الحركي الذي يصبح أقل قابلية للتنبيه (أكثر مقاومة)، حيث كمونه الغشائي يكون أبعد من عتبة توليد كمون العمل (الابتعاد عن العتبة).

**ب -** إستغلال الوثيقة 2: أن الوثيقة 2 تبين وجود بروتينات غشائية (مستقبل -قناة) للكلور والتي تملك موقع تثبيت جزيئات الـ GABA وموقع لتثبيت جزيئات البنزوديازيبين، إن تثبيت جزيئية واحدة من الـ GABA على موقعه يسبب إنفتاح قناة الكلور.

الوثيقة 2 ب تبين أن شوارد الكلور أثناء الراحة هي أكثر تركيزا (560) خارج الخلية منه في داخل الخلية (40). إن إنفتاح قناة واحدة للكلور إثر تثبيت الـ GABA تسبب مرور شوارد الكلور حسب تدرج التركيز من الوسط الخارجي إلى داخل الخلية: هذه الشوارد تسبب زيادة في الشحن السالبة داخل الخلية مسببة هكذا فرط الإستقطاب الملاحظ في الوثيقة 1 -ب.

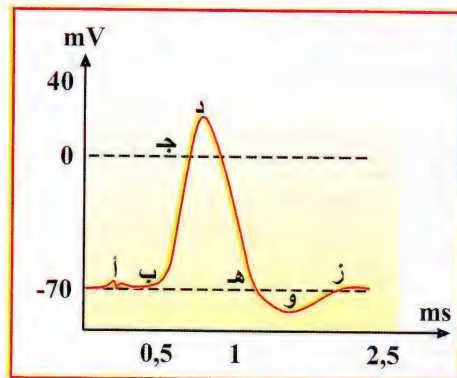
**ج -** إستغلال الوثيقة 3: تبين هذه الوثيقة أن تثبيت الـ GABA على مستقبلات البعد مشبكي يزيد بشكل طردي مباشر مع كمية البنزوديازيبين المحقونة في الشق المشبكي ليصل إلى حد أقصى (عندما تشغل كل مستقبلات الـ GABA) بالنسبة لكميات من البنزوديازيبين تقدر بحوالي 400 نانومول.

**الخلاصة:** إن البنزوديازيبين عندما ترتبط بالمستقبلات النوعية المتمثلة بقنوات الكلور فإنها تنشط تثبيت الـ GABA على نفس المستقبلات النوعية و من ثم إنفتاحها، إن هذا الإنفتاح الأقوى يسبب في زيادة سعة فرط الإستقطاب للعصبون الحركي.

إذا البنزوديازيبين له تأثير مهدئ يزيد من صعوبة قابلية تنبيه العصب الحركي.

## اجابة التمرين 32

- 1 - تسمية العناصر المرقمة : (1) مستقبل حسي (شبكية العين). (2) ألياف عصبية حسية (جاذبة). (3) مركز عصبي (الدماغ). (4) ألياف عصبية حركية (ناطقة). (5) عضلات اللسان (المنفذ). (6) حركة اللسان فمسك الحشرة (الاستجابة).
- 2 - تحليل المنحنى: يمثل المنحنى : كمون عمل أحادي الطور.



- أ ب : زمن الكمون.
- ب ج : زوال الإستقطاب.
- ج د : إنعكاس الإستقطاب.
- د هـ : عودة الإستقطاب.
- هـ و : فرط الإستقطاب.
- و ز : العودة إلى كمون الراحة.

3 - أ - التردد في 12

ب - التردد في 18

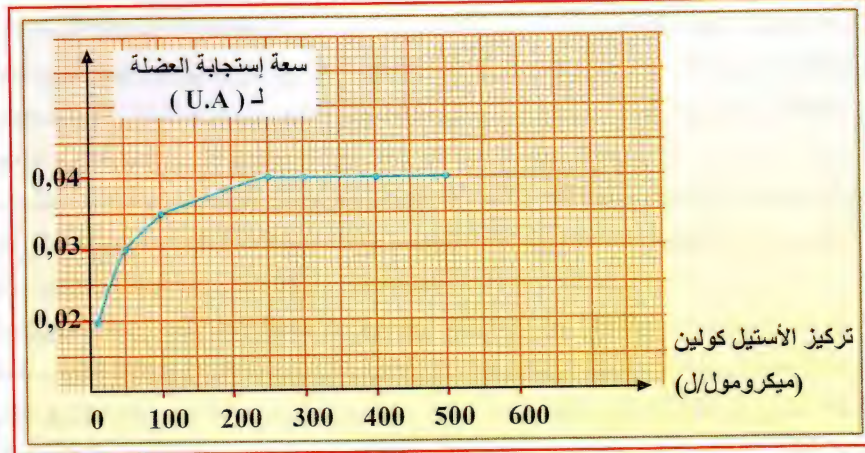
ج - التردد في 9

ب - تحليل الشكل (3):

- تغيرات كمونات العمل على مستوى العصب البصري مرتبطة بشكل نماذج الرعاش المعروضة.
- كمونات العمل لها نفس السعة رغم الاختلاف في التردد.
- تقديم النموذج يؤدي إلى زيادة في تردد كمونات العمل بشكل بسيط بالنسبة للنموذج (c) ومتوسطة بالنسبة للنموذج (a) ومعتبرة بالنسبة للنموذج (b).
- لم تسجل الإستجابة إلا بالنسبة للتردد الكبير (النموذج b).
- قبل و بعد العرض نسجل تردد ضعيف لكمونات العمل.

4 - أ - رسم المنحنى.





- ب - تزداد سعة إستجابة العضلة بازدياد تركيز الأسيتيل كولين إلى غاية 300 ميكرومول / ل.  
بعد 300 تصبح السعة ثابتة و مستقرة في القيمة  $10 \times 4 - 2$ .  
- تفسر ذلك بازدياد كمية الأسيتيل كولين تزداد عدد المستقبلات المشغولة من قبل الأسيتيل كولين إلى أن تشغل كل المستقبلات فتصبح بعد ذلك ثابتة.

ج -



### 33 إجابة التعرّين

- I - 1 - التسجيل (1) من الوثيقة (1) عبارة عن كمون عمل أحادي الطور.  
2 - خفض تركيز الـ  $Na^+$  إلى 50 % تقريباً أدى إلى بطؤ في ظهور إزالة الإستقطاب ونقص في سعة كمون العمل مما يدل على أن شوارد الـ  $Na^+$  لها علاقة بزوال وإنعكاس الإستقطاب هذا بالنسبة للتجربة (1).  
- بالنسبة للتجربة (2) فإن عدم إنفتاح قنوات البوتاسيوم أدى إلى بطء كبير في إعادة الإستقطاب مما يؤكد تدخل أيونات البوتاسيوم في عودة الإستقطاب.  
3 - تنبيه فعال ← فتح قنوات الصوديوم المتعلقة بالفولطية مع بقاء قنوات البوتاسيوم المتعلقة بالفولطية مغلقة ← دخول سريع و مكثف لشوارد الصوديوم ← زوال وإنعكاس الإستقطاب.  
ثم إنفتاح قنوات الـ  $K^+$  المتعلقة بالفولطية بعد إغلاق قنوات الصوديوم المتعلقة بالفولطية ← خروج بطيء ولفترة زمنية أطول لشوارد الـ  $K^+$  ← عودة الإستقطاب.
- II - 1 - البيانات: (1) حوصل مشبكي. (2) الغشاء الهيولي للعنصر القبل مشبكي.  
(3) حيز مشبكي. (4) الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.  
2 - أ - تحليل المنحنى: العلاقة بين تركيز شوارد الكالسيوم وارتفاع قيمة كمونات إزالة الإستقطاب طردية إلى أن يبلغ قيمة قصوى في حدود صفر تقريباً ثم ينخفض هذا التركيز رغم زيادة قيمة كمونات إزالة الإستقطاب.  
ب - يمكن تفسير التطور الملاحظ في تركيز شوارد الكالسيوم: ارتفاع قيمة كمونات إزالة الإستقطاب يؤدي إلى فتح قنوات الـ  $Ca^{++}$  فدخل الكالسيوم إلى هيولي العنصر القبل مشبكي ثم بعد ذلك تتدخل مضخة الكالسيوم لإخراجها بالنقل الفعال مما يفسر الإنخفاض التدريجي لتركيز شوارد الكالسيوم في العنصر القبل مشبكي.  
3 - وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر القبل مشبكي يؤدي إلى فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة



بالفولطية فدخل الكالسيوم الذي يعمل على حركة الحويصلات و تحرير محتواها في الحيز المشبكي فتثبت جزيئات الوسيط على المستقبلات النوعية على الغشاء البعد مشبكي ففتح القنوات الميوية كيميائياً فدخل الصوديوم فتكوين كمون عمل ثم تخريب المبلغ العصبي وإعادة إمتصاصه من قبل العنصر القبل مشبكي.

### III - 1 - أ - التسجيل "ب": كمون بعد مشبكي منبه PPSE.

التسجيل "د": كمون بعد مشبكي مثبط PPSI.

ب - العصبونان "ع1" و "ع2" منبهان.

العصبون "ع3" عصبون مثبط.

2 - التسجيل "أ" تأثير التنبهين (ع1 + ع2) حيث أدجتا فتوصلت إلى عتبة التنبه (تجميع زمني).

التسجيل "ج" تأثير التنبهين ت (ع1 + ع2) حيث أدجتا فتوصلت على عتبة التنبه (تجميع فضائي).

3 - يقوم العصبون "ل" بدمج مختلف كمونات العمل المنبهة والمثبطة بحيث يستجيب هذا العصبون للحصيلة الجبرية للكمونات المنبهة والمثبطة.

## أجابة السؤال 34

الجزء أ: إستغلال الوثيقة (1): كمون عمل.

هذه الوثيقة تبين بأنه إنطلاقاً من الكمون الغشائي أثناء الراحة ( $-60 \text{ mv}$ ) حصلنا على كمون العمل. يتميز بمرحلتين متتاليتين:

- مرحلة زوال وإنعكاس الإستقطاب الغشائي، إن داخل الليف يصبح موجب الشحنة بالنسبة للخارج ( $+40 \text{ mv}$  تقريباً).

- مرحلة عودة الإستقطاب التي بعد فرط الإستقطاب تقود إلى إسترجاع كمون الراحة.

الجزء ب: إستغلال الوثيقة (2): التركيب الشاردي للوسطين الخارج والداخل خلوي، هذه الوثيقة تبين بأن :

- تركيز  $\text{Na}^+$  خارج الخلية أكثر بعشرة أضعاف من داخل الخلية، إن تدرج التركيز الناشئ يعمل على إدخال شوارد الـ  $\text{Na}^+$  إلى الخلية.

- بالعكس بالنسبة لشوارد الـ  $\text{K}^+$  هي حوالي 29 مرة أكبر داخل الخلية من خارجه مما يؤدي إلى الخروج من الوسط الداخلي حسب تدرج التركيز.

الجزء ج: الوثيقة (3):

التجربة (1): بإلغاء الكمون الغشائي فإننا نسبب زوال الإستقطاب الذي يؤدي فوراً إلى ظهور تيار شاردي داخلي، رغم الحفاظ على زوال الإستقطاب بالكمون المفروض فإن الدخول يتباطأ حتى ينعدم بعد 1,5 ملي ثانية وهو متبوع بتيار شاردي خارجي الذي يتواصل حتى يتوقف الكمون المفروض.

التجربة (2) (الوثيقة 4): بإلغاء النفاذية الغشائية للـ  $\text{Na}^+$  بمفعول الـ TTX فإننا نلغي التيار الشاردي الداخل، هذا الأخير ناتج إذا عن دخول شوارد الـ  $\text{Na}^+$  إلى الخلية إستجابة لزوال الإستقطاب المفروض. ويمكن ملاحظة أن التيار الخارج يكون عادي فيظهر بعد 0,5 ملي ثانية ويستمر إلى نهاية التجربة.

- الإستجابة الأولى لزوال إستقطاب العصبون تترجم بدخول فوري لشوارد الـ  $\text{Na}^+$  للخلية.

التجربة (3) (الوثيقة 4): بإلغاء النفاذية لشوارد الـ  $\text{K}^+$  عن طريق الـ TEA نقوم بإلغاء التيار الشاردي الخارج، فهو ناتج إذا عن مرور شوارد الـ  $\text{K}^+$  من الوسط الداخل خلوي إلى الوسط الخارج خلوي.

- نلاحظ كذلك التيار الداخل يكون عادياً فهو يتوقف تماماً "بعد 3 ملي ثانية تقريباً" رغم الكمون المفروض.

- الظاهرة الثانية التي تصيب العصبون إستجابة لزوال الإستقطاب تتميز بخروج متأخر لشوارد الـ  $\text{K}^+$  بالنسبة لشوارد الـ  $\text{Na}^+$ .

الخلاصة: تسلسل الظواهر التي تميز كمون العمل.

إن التنبه يؤدي إلى زوال الإستقطاب مماثل لزوال الإستقطاب المفروض في التجارب السابقة، إذا كان زوال الإستقطاب هذا لا يتعدى العتبة (مثل ماتذكره معطيات التجربة 1) فهو يؤدي في البداية إلى زيادة نفاذية الغشاء لشوارد الـ  $\text{Na}^+$  وهكذا دخول هذه الشوارد حسب تدرج تركيزها (تيار داخلي) مما يزيد في زوال



الإستقطاب وبالتالي نفاذية الغشاء لشوارد الـ  $Na^+$  : إنه الجزء الصاعد من كمون العمل، بهذه الظاهرة التجديدية عندما تنطلق فهي لا علاقة لها بشدة المنبه، فإن الغشاء يصبح جد نفوذ لشوارد الـ  $Na^+$ ، هذه النفاذية المكثفة لشوارد الـ  $Na^+$  هي مؤقتة. إن زوال الإستقطاب يسبب زيادة تدريجية لنفاذية الـ  $K^+$  (التيار الخارج)، إن التأثيرين (تناقص ثم توقف النفاذية لشوارد الـ  $Na^+$ ، زيادة النفاذية لشوارد الـ  $K^+$ ) يؤديان إلى إعادة ثم فرط إستقطاب الغشاء، إذا كان زوال الإستقطاب أقل من العتبة فإن تزايد النفاذية لشوارد الـ  $Na^+$  غير كافية لإنطلاق التجديد الذي هو أصل كمون العمل.

### 35 إجابة التمرين

- 1 — أ — البيانات: (1) مادة بيضاء، (2) مادة رمادية، (3) جسم الخلية، (4) شق خلفي.  
ب — الألياف A: نخاعينية وذات قطر سميك. الألياف B: نخاعينية ذات قطر متوسط.  
الألياف C: عديمة النخاعين وذات قطر رفيع.
- 2 — المنحنى 1: عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية كبيرة (الألياف A).  
المنحنى 2: عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية متوسطة (الألياف B).  
المنحنى 3: عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية ضعيفة (الألياف C).
- 3 — أ — المقارنة بين عتبة تنبيه هذه الألياف.  
الألياف A لها عتبة تنبيه منخفضة.  
الألياف B لها عتبة تنبيه متوسطة.  
الألياف C لها عتبة تنبيه عالية.  
إذا عتبة تنبيه الألياف C < عتبة تنبيه الألياف B < عتبة تنبيه الألياف A.  
ب — الألياف A تنقل السيالة المسؤولة عن الإحساس باللمس.  
الألياف B تنقل السيالة المسؤولة عن الألم المطاق المتموضع.  
الألياف C تنقل السيالة المسؤولة عن الألم الشديد المنتشر.

### 36 إجابة التمرين

- 1 — التسجيل أ: ينتقل الكمون الغشائي من 70- إلى 72- ملي فولط إذا هناك فرط إستقطاب الغشاء m1 للعصبون الحركي، إنه كمون بعد مشبكي ميثبط PPSI ← المشبك المعني بالتنبيه S1 هو مشبك ميثبط (كابح).  
التسجيل ب: ينتقل الكمون الغشائي من 70- إلى 67- ملي فولط إذا هناك زوال إستقطاب غشاء العصبون الحركي، إنه كمون بعد مشبكي منبه PPSE ← المشبك المعني بالتنبيه S2 هو مشبك منشط.
- 2 — التسجيل ج: إن التنبيه المحدث في S3 يولد PPSE سعته 10 ملي فولط.  
التسجيل د: إن التنبيه المحدث في S3 المرفق بتنبيه في S2 يولد PPSE سعته 6 ملي فولط (أقل من 10)، إذا المشبك المعني في S4 (D) قد ثبت جزئيا مفعول العصبون S3 على العصبون الحركي ← إن المشبك ميثبط.
- 3 — أ — بعدحقن المادة الأولية للـ ACH الموسومة، نلاحظ زيادة الإشعاع على مستوى (m1) بعد التنبيه في S3 وهذا يسمح لنا بالقول أن المبلغ العصبي للمشبك B هو الأستيل كولين (ACH).  
— بحقن المادة الأولية للـ GABA الموسومة نلاحظ زيادة الإشعاع على مستوى (m2) وهذا يبين أن المبلغ العصبي للمشبك (D) هو الـ GABA.  
ب — إن تناقص كمية الـ ACH المحررة أثناء التنبيهين S4 ثم S3 بالنسبة لتلك الكمية المحررة أثناء تنبيه S3 لوحدة يبين أن الـ GABA المتدخل في المشبك D يثبط تحرير الـ ACH في المشبك (B) إذا المشبك D (ذات الـ GABA) هو ميثبط للمشبك B (ذات الـ ACH)، منه بالنسبة لـ m1.
- 4 — العنوان: مشبك عصبي — عصبي.  
البيانات: (1) ميتوكوندري. (2) حويصل مشبكي. (3) غشاء العصبون قبل المشبكي.  
(4) شق مشبكي. (5) غشاء العصبون البعد مشبكي.



- 1 - أ - كل تسجيل عبارة عن كمون عمل أحادي الطور.  
 ب - (1) زمن الكمون. (2) زوال وإنعكاس الإستقطاب. (3) عودة الإستقطاب. (4) فرط إستقطاب. (5) العودة إلى كمون الراحة.  
 ج - التسجيلين "أ" و "ب" لهما نفس السعة ويختلفان فقط في زمن الكمون حيث زمن الكمون لـ "أ" أقل من زمن الكمون لـ ب.  
 - الاختلاف يعود إلى المسافة وبالدرجة الأولى إلى المشبك.
- 2 - أ - إنهما متشابهان من حيث السعة والأطوار.  
 ب - الزيادة في تركيز شوارد الـ  $Ca^{++}$  خارج الخلية أدى إلى زيادة في سعة كمون العمل للعصبون (2) فقط وتستغرق أطواره مدة أطول.  
 ج - إن تنبيه العصبون (1) ← زيادة نفاذية الغشاء الهيليولي للعصبون (1) لشوارد الـ  $Ca^{++}$  ← زيادة في سعة كمون عمل العصبون (2) حيث تستغرق أطواره مدة أطول.
- 3 - التسجيل "أ" قبل إضافة الكورار والتسجيل "هـ" بعد إضافة الكورار، نلاحظ بأن التسجيلين متماثلين قبل وبعد إضافة الكورار.  
 التسجيل "ب" قبل إضافة الكورار والتسجيل "و" وبعد إضافة الكورار نلاحظ إختلافا واضحا حيث سعة التسجيل "و" ضعيفة جدا.
- 4 - أ - البيانات: (1) هيليولي العنصر قبل مشبكي. (2) حوصل مشبكي. (3) ميتوكوندرى.  
 (4) غشاء العنصر القبل مشبكي. (5) هيليولي العنصر البعد مشبكي.  
 (6) الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي. (7) عنصر قبل مشبكي. (8) شق مشبكي. (9) عنصر بعد مشبكي.  
 ب - شوارد الـ  $Ca^{++}$  تعمل على تكوين تيارات هيليولية فهجرة الحوصلات المشبكية باتجاه الغشاء الهيليولي قبالة الحيز المشبكي وطرح محتوياتها في الحيز المشبكي.  
 ج - الكورار يثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأسيتيل كولين مما يعرقل تثبيت هذا الأخير على مستقبلاتها فعدم تكوين كمون عمل.
- 5 - وصول كمون العمل إلى نهاية العنصر قبل المشبكي ← فتح قنوات الـ  $Ca^{++}$  المتعلقة بالفولطية فدخل شوارد الـ  $Ca^{++}$  هجرة الحوصلات المشبكية فتحرر محتوياتها (المبلغ العصبي) في الحيز المشبكي ← تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات النوعية ففتح القنوات ← تكوين كمون عمل ← تخريب المبلغ العصبي لكي لا يبقى تأثيره مستمرا ← إمتصاصه من قبل العنصر القبل مشبكي.

- 1 - البيانات: (1) غشاء هيليولي. (2) هيليولي. (3) حوصل مشبكي. (4) ميتوكوندرى. (5) غشاء قبل مشبكي. (6) حيز مشبكي. (7) غشاء بعد مشبكي. (8) هيليولي عضلية. (9) أكتين. (10) ميوزين. (11) قطعة عضلية. (12) ليف عضلي.  
 العنوان: لوحة محركة (مشبك عصبي عضلي).
- 2 - تفسير النتائج:  
 التجربة الأولى: مرور السيالة العصبية من العنصر (أ) إلى العنصر (ب) يتم بواسطة تحرير محتوى العناصر (3).  
 التجربة الثانية: المشبك ذو إتجاه واحد ينقل السيالة العصبية من (أ) إلى (ب) وليس العكس أي من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي (القطبية).  
 التجربة الثالثة: إن محتوى العناصر (3) هي المسؤولة عن النقل المشبكي (توليد كمون عمل في العنصر البعد مشبكي).



التجربة الرابعة: إن محتوى العناصر (3) هي مادة الأستيل كولين.  
التجربة الخامسة: شوارد الكالسيوم تتسبب في طرح محتوى العناصر (3) في المنطقة (6).  
التجربة السادسة: إن مادة الكورار تثبط النقل المشبكي.

3- التجربة السابعة: مادة الكورار توقف عمل الأستيل كولين بالتثبيت على مستقبلات الأستيل كولين.  
وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر (أ) يؤدي إلى دخول شوارد الكالسيوم إلى العنصر (أ) وشوارد الكالسيوم تعمل على هجرة وتلامس محتويات الحويصلات المشبكية (الأستيل كولين) بظاهرة الإطراح إلى الحيز المشبكي ثم تثبتت الـ ACH على مستقبلات نوعية (قنوات مبنية كيميائيا) موجودة على غشاء العنصر البعد مشبكي مسببا في فتحها فدخل الصوديوم مسببة زوال إستقطاب (كمون عمل) ثم لا بد من تخریب الأستيل كولين بإنزيم الأستيل كولين استيريز و إعادة إمتصاصها من قبل العنصر القبل مشبكي.  
— الرسم راجع التمرين 12

4- تقسم إلى نوعين: — مشابك ذات تبليغ كيميائي. — مشابك ذات تبليغ كهربائي.

### اجابة التمرين 39

1- أ — البيانات: (1) نواة. (2) شبكة محببة (حبيبات نسل). (3) جهاز كولجي. (4) حويصل إفرازي.  
(5) غشاء هيولي. (6) إستطالة هيولية. (7) جسم الخلية العصبية. (8) المحور الأسطواني.  
(9) التغصنات الإنتهائية (الزر). (10) مشبك عصبي عضلي. (11) حويصلات مشبكية.  
(12) حيز مشبكي. (13) ليف عضلي. (14) مستقبل غشائي نوعي.  
(15) عنصر قبل مشبكي. (16) عنصر بعد مشبكي.

ب — تفسير نتائج التجارب:

**التجربة الأولى:** وجود كمون عمل يعني مرور السيادة العصبية من الليف العصبي إلى الليف العضلي وتناقص عدد الحويصلات المشبكية نتيجة تفرغ محتواها في الحيز المشبكي وتشكلها تدريجيا يعني تجديدها ثانية بامتلائها بالأستيل كولين ACH (المبلغ العصبي).

**التجربة الثانية:** النقل المشبكي ذو اتجاه واحد من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي وليس العكس في المشابك الكيميائية (القطبية).

**التجربة الثالثة:** إن محتوى الحويصلات المشبكية (ACH) لا يؤثر على الغشاء القبل مشبكي بل على الغشاء البعد مشبكي لعدم وجود مستقبلات غشائية خاصة بالـ ACH على الغشاء القبل مشبكي.

**التجربة الرابعة:** دور شوارد الـ  $Ca^{++}$  هو العمل على هجرة الحويصلات المشبكية وإطراح محتوياتها في الحيز المشبكي الذي يؤثر على غشاء العنصر البعد مشبكي مولدا فيه كمون عمل.

**التجربة الخامسة:** إنزيم الأستيل كولين استيريز يخرّب الأستيل كولين قبل التأثير على العنصر البعد مشبكي. لذا لا يتشكل كمون عمل بعد مشبكي.

**التجربة السادسة:** إن مادة الكورار يمنع النقل المشبكي بتثبيته على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين فيمنع تثبيت هذا الأخير عليها.

**التجربة السابعة:** إن الأستيل كولين لا يؤثر على مستوى هيولي العنصر البعد مشبكي بل على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي لاحتوائه على مستقبلاته النوعية.

2- أ — وجود الـ  $Na^{+}$  المشع في الوسط الخارجي دلالة على فتح قنوات الـ  $Na^{+}$  وعبرها عبر هذه القنوات. بمقارنة هذه النتيجة في التجربة - أ - الشاهدة نستطيع القول بأن الأستيل كولين سمحت بفتح قنوات الـ  $Na^{+}$ . نفس التحليل يمكن القول بأن النيكوتين له مفعول يشبه مفعول الإستيل كولين. إن النيكوتين بنيته الفراغية تشبه البنية الفراغية للأستيل كولين فيتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين مما يؤدي إلى فتح قنوات الـ  $Na^{+}$ .

ب — حقن النيكوتين في الحيز المشبكي يؤدي إلى زوال الإستقطاب فينتج عنه كمون عمل على مستوى غشاء الليف العضلي ينتشر بعد ذلك على طول العنصر البعد مشبكي (العضلة) مؤديا إلى تقلصها.



جـ - لم تمر شوارد الـ  $\text{Na}^+$  لأن القنوات لم تفتح، لأن الكورار يتثبت على مستقبلات الأستيل كولين دون فتح قنوات الـ  $\text{Na}^+$  وتثبت الكورار على المستقبلات بمنع تثبيت الإستيل كولين على المستقبلات والإستيل كولين لا يعمل إلا بعد تثبيته على مستقبلاته النوعية.

#### 40 إجابة التمرين

- 1 - التجربة - 1: التوزع غير متماثل لشاردتي  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$  خارج المحور حيث يكون تركيز  $\text{Na}^+$  في الخارج أكثر من الداخل. وتركيز  $\text{K}^+$  في الداخل أكثر من الخارج.  
- يرجع ذلك لخاصية غشاء المحور (نفاذية إنتقائية).  
التجربة - 2: كون المحور أصبح مشعاً معناه نفاذية  $\text{Na}^+$  إلى الداخل.  
عدم تغيير في التراكيز الشاردية يدل على طرح  $\text{Na}^+$  إلى الخارج (مضخة الـ  $\text{Na}^+$ ).  
التجربة - 3: حركة الصوديوم مرتبطة بوجود البوتاسيوم في الوسط.  
التجربة - 4: إضافة مادة السيانونور يؤدي إلى إنخفاض سريع لخروج الـ  $\text{Na}^+$ .  
- حقن الـ ATP يسبب ضخ الصوديوم إلى الخارج.  
- نسبة حركة الصوديوم مرتبطة بكمية الـ ATP المتوفرة.  
- ضخ الصوديوم يتطلب إستهلاك طاقة.  
2 - تفسير حركة شاردتي الـ  $\text{Na}^+$  والـ  $\text{K}^+$  خلال كمون العمل:  
- يؤدي التنبيه إلى تغيير نفاذية الغشاء الهيلي للمحور الأسطواني لشاردتي  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$ .  
- دخول الـ  $\text{Na}^+$  سريع ومكثف ولمدة قصيرة يحقق زوال وإنعكاس الإستقطاب.  
- خروج الـ  $\text{K}^+$  ببطء ولمدة أطول يحقق عودة الإستقطاب.  
- هذا التدفق للشوارد تضمنه القنوات الغشائية المتعلقة بالفولطية.  
3 - التعليق على التجارب :  
التجربة - 1: كمون عمل متماثل بالنسبة للمحور والليف والأول متقدم عن الثاني.  
التجربة - 2: وضع (ق1) غير كافية لتوليد كمون عمل في كل من المحور والليف (دون العتبة).  
وضع (ق2) ولدت كمون عمل في الليف العضلي فقط (يساوي العتبة أو أكبر منها).  
التجربة - 3: وضع (ق2) في وجود الازيرين يؤدي إلى توليد كمونات عمل متلاحقة على مستوى الليف العضلي نتيجة لعدم تفكك الأستيل كولين.  
التجربة - 4: عدم تسجيل كمون عمل في كل من م1، م2 حيث أن الأستيل كولين يؤثر على مستوى سطح الليف العضلي أين توجد المستقبلات الخاصة بها.  
التجربة - 5: تسجيل كمون عمل في م1 فقط: شوارد الـ  $\text{Ca}^{++}$  ضرورية لتوليد كمون عمل على مستوى الليف العضلي.  
التجربة - 6: عدم تسجيل كمون عمل في م1، م2: كمون عمل على مستوى م1 مرتبط بحركة شاردتي الـ  $\text{Na}^+$  والـ  $\text{K}^+$  عبر القنوات الغشائية.

#### 41 إجابة التمرين

- 1 - التجربة - 1: إنتقال كمون العمل من النهاية العصبية إلى الليف العضلي عبر الحيز المشبكي.  
التجربة - 2: يسمح الـ ACH بتوليد كمون عمل على مستوى العنصر البعد مشبكي.  
التجربة - 3: شوارد الـ  $\text{Ca}^{++}$  ضرورية لإنتقال كمون العمل إلى العنصر البعد مشبكي.  
التجربة - 4: يؤثر الـ  $\text{Ca}^{++}$  على مستوى النهاية العصبية و يؤدي إلى تحرير الـ ACH.  
التجربة - 5: تأثير الـ ACH مؤقت وليس دائم لذا يجب تخريبه.  
2 - المعلومة المكملة: وجود مستقبلات غشائية نوعية للـ ACH على مستوى غشاء البعد مشبكي يتثبت عليها ACH مولداً كمون عمل وهي القنوات الميوية كيميائياً.



- I - 1 -** الليف العصبي الواحد المعزول ينقل السيالة العصبية في الاتجاهين ولا تمر من الغشاء بعد المشبكي إلى الغشاء قبل المشبكي.
- 2 -** نستخلص أن اتجاه إنتقال السيالة العصبية من ليف عصبي إلى آخر يكون من النهايات المحورية نحو الزوائد الشجرية أو الاجسام الخلوية أي من العنصر قبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي في اتجاه واحد إنها القطبية.
- II - 1 -** إن التسجيل ت2 في 2 كمون عمل أحادي الطور مشابه ومماثل السعة للتسجيل ت1 في 1 مع تسجيل متفاوت في الزمن الذي يعود إلى التأخر في مستوى المشبك العصبي (الزمن الضائع) (خاصية الإبطاء).
- 2 -** المشابك الكيميائية تمتاز بـ : - خاصية الاتجاه الواحد (القطبية). - خاصية الإبطاء (التأخر).

- أ - 1 -** إن فرض كمون على جانبي الغشاء يولد نوعين من التيارات: الأول داخلي والثاني خارجي.
- 2 -** التيار الداخلي ناتج عن دخول شوارد الـ  $Na^+$ .
- التيار الخارجي ناتج عن خروج شوارد الـ  $K^+$ .
- 3 -** إن التيارات ناتجة عن قنوات فولطية وهي نوعان خاصة بشوارد الـ  $Na^+$  وأخرى خاصة بشوارد الـ  $K^+$ ، وتسمى القنوات الفولطية لأنها هي التي تسبب التيارات.
- ب - 1 -** عند فرض كمون تتأثر القنوات الفولطية، حيث تفتح قنوات الـ  $Na^+$  أولاً مسببة حدوث تيار داخلي، يليها مباشرة فتح قنوات الـ  $K^+$  (بعد غلق قنوات الـ  $Na^+$ ) مسببة حدوث تيار خارجي.
- 2 -** نعم التيار الداخلي يعود لدخول شوارد الـ  $Na^+$  بعد إنفتاح قنواتها المرتبطة بالفولطية لأنه عند تثبيط حركة الشوارد  $Na^+$  غاب التيار الداخلي.
- التيار الخارجي يعود لخروج الـ  $K^+$  بعد إنفتاح قنواتها المرتبطة بالفولطية لأنه عند تثبيط حركة الشوارد  $K^+$  غاب التيار الخارجي.
- ج -** مصدر كمون العمل: هو تيارات داخلية لشوارد الصوديوم عبر قنوات فولطية للصوديوم والتيارات خارجية لشوارد البوتاسيوم عبر قنوات فولطية للبوتاسيوم.
- إن تسجيل كمون العمل في الغشاء قبل مشبكي ناتج عن تدفق الشوارد عبر القنوات الفولطية.

- 1 -** البيانات: (1) حوصل مشبكي. (2) الغشاء الهولي للعنصر قبل مشبكي. (3) شق مشبكي. (4) الغشاء الهولي للعنصر البعد مشبكي.
- 2 -** أ -  $\alpha$  - كل تسجيل يمثل كمون عمل أحادي الطور.
- ب - التنبيه الفعال في S1 على مستوى N1 يؤدي إلى توليد كمون عمل ينتقل من N1 إلى N2 في حين تنبيه فعال في S2 على مستوى N2 تؤدي إلى توليد كمون عمل في N2 لا ينتقل إلى N1.
- الإستنتاج: تنتقل السيالة العصبية في المشابك باتجاه واحد فقط من العنصر قبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي وهذا ما يعرف بالقطبية.
- ج - بدون أي تنبيه يمكن للأستيل كولين في الحيز المشبكي من توليد كمون بعد مشبكي إذا الأستيل كولين مبلغ عصبي منبه.
- في حالة حقن الأستيل كولين في N2 لا نسجل أي كمون عمل بعد مشبكي.
- إذا الأستيل كولين يؤثر على مستوى الغشاء الهولي للعنصر البعد مشبكي جهة الحيز المشبكي ولا يؤثر على مستوى الهولي أي عمل الأستيل كولين يكون على مستوى الحيز المشبكي فقط، لأن



- المستقبلات الغشائية الخاصة بالأسيتيل كولين تتواجد على الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي.
- د - إن إغلاق قنوات الـ  $Na^+$  والـ  $K^+$  لا يسمح بحدوث الظواهر الشاردية الضرورية لتكوين كمون عمل نتيجة التنبيه الفعال في  $S_1$ .
- β - أ - إن شوارد الـ  $Ca^{++}$  ضرورية للنقل المشبكي.
- ب - كلما إزدادت قيمة كمون العمل على مستوى  $N_1$  كلما زادت تركيز شوارد الـ  $Ca^{++}$  في داخل  $N_1$  وكذلك قيمة زوال الإستقطاب في  $N_2$  حتى الحصول على كمون عمل بعد مشبكي.
- يعتبر دخول شوارد الـ  $Ca^{++}$  ضروريا لحركات الحويصلات المشبكية باتجاه الغشاء الهيليولي للعنصر القبل مشبكي وتحرير محتواها من الأسيتيل كولين في الشق المشبكي (الإطراح) الذي يولد كمون عمل بعد مشبكي إذا أفرزت بكميات كافية.
- 3 - التنبيه في  $S_1$  يعمل على فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية ← دخول شوارد الـ  $Ca^{++}$  إلى هيليولي  $N_1$  ← حركة الحويصلات المشبكية فتحرير محتواها من الأسيتيل كولين في الشق المشبكي ← تثبيت الـ  $ACH$  على المستقبلات الغشائية النوعية الموجودة على الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي ← فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء ← دخول الـ  $Na^+$  وخروج الـ  $K^+$  ← تكوين كمون عمل بعد مشبكي في  $R_2$ .

### اجابة التمرين 45

- أ - 1 - كلما زادت توترات كمون عمل قبل مشبكية كلما زادت كمية شوارد الـ  $Ca^{++}$  في الزر المشبكية.
- 2 - كلما زادت تواتر كمونات العمل كلما زادت عدد قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية المفتوحة أكثر فدخول كميات أكبر من الكالسيوم إلى هيليولي الخلية القبل مشبكية.
- ب - 1 - أثناء كمون الراحة لا يتم تحرير الأسيتيل كولين في الشق المشبكي.
- 2 - كمية الأسيتيل كولين المفزة في الشق المشبكي تتناسب طرذا مع توترات كمون العمل قبل المشبكية.
- 3 - إن تواترات كمون عمل قبل مشبكية تؤدي إلى التحكم في كمية كالسيوم الزر المشبكي نتيجة عدد القنوات المتعلقة بالفولطية للكالسيوم المنفتحة مما يؤدي إلى تحرير كميات معينة من الأسيتيل كولين في الشق المشبكي.
- 4 - إن الرسالة العصبية المشفرة في العصبون القبل مشبكي بتواتر كمونات العمل تشفر في مستوى الشق المشبكي بتراكيز الأسيتيل كولين.
- ج - راجع التمرين (6).

### اجابة التمرين 46

- 1 - أ - قيمة الربواز (عتبة التنبيه) عند الشخص  $A = 10$  ملي أمبير وعند  $B = 40$  ملي أمبير.
- ب - الشخص  $A$  أكثر قابلية للتنبيه من الشخص  $B$ .
- 2 - إن حقن النالوكسون يعمل على تخفيض قيمة الربواز مما يرفع من قابلية تنبيه الشخص  $B$ .
- 3 - الخلية  $R$ : خلية عصبية تنقل الرسالة من الدماغ إلى النخاع الشوكي.
- 4 - التسجيل يمثل كمون عمل احادي الطور.
- أ ب = كمون الراحة.
- ب = لحظة التنبيه.
- ج د ه = زمن الكمون (الزمن الضائع).
- ج د ه = زوال وإنعكاس الإستقطاب.
- و ز = فرط الإستقطاب.
- ز ح = العودة إلى كمون الراحة.
- 5 - أ -  $S_1$  يمثل مشبك كيميائي (حيز مشبكي) لإحتواء نهاية الليف  $T$  حويصلات مشبكية.
- ب - المسار: تنبيه الجلد ← نشوء سيالة عصبية في العصبون  $T$  تنتقل على طوله ← الإنتقال عبر المشبك  $S_1$  ← إنتقال السيالة عبر العصبون  $V$  إلى القشرة المخية ← الإحساس بالألم.
- ج - المادة  $P$  تمثل مبلغ عصبي.



- عند وصول السيالة العصبية إلى نهاية العصبون T تفرز المادة P في الحيز المشبكي من قبل العصبون T فيتثبت على مستقبلاتها في الغشاء البعد مشبكي (العصبون V) فتنتفتح القنوات الميوية كيميائياً، دخول  $Na^+$  تكوين كمون عمل بعد مشبكي ينتقل عبره إلى المراكز العصبية الدماغية.
- 6 - أ - إن إفراز الأنكيفالين في مستوى الحيز المشبكي S2 يثبط (يكبح) العصبون T حتى لا يفرز المبلغ العصبي P فينتج عن ذلك عدم تكوين كمون عمل بعد مشبكي.
- ب - يمكن تفسير قلة الإحساس بالألم عند الشخص B بإفرازه لمادة الأنكيفالين في مستوى S2 مما يمنع نقل السيالة العصبية إلى مركز الإحساس بالألم في الدماغ ويمكن أن يحدث نفس الشيء إذا كان B لا ينتج القدر الكافي من الأنزيم الذي يخرب الأنكيفالين.
- 7 - مما سبق يتبين أن مادة المورفين تنافس الأنكيفالين أي تعمل عملها لذا فتدخل مادة المورفين لتوقيف الإحساس بالألم.

## 47 إجابة التمرين

- I - أ - 1 - الجدول (1): توزع غير متماثل للشوارد على جانبي الغشاء، يدل على حيوية الغشاء.
- الجدول (2): توزع متماثل للشوارد على جانبي الغشاء، يدل على أن الغشاء ميت (توزع متماثل ناتج عن الميز).
- الإستنتاج: الكمون الغشائي مرتبط بالحالة الفيزيولوجية للليف العصبي (حيوية الليف).
- 2 - تحليل التسجيلين: في حالة توزع الشوارد الغير المتماثل على جانبي الغشاء نلاحظ كمون غشائي (الجدول 1) وعند تساوي التوزع يغيب الكمون الغشائي (الجدول 2).
- 3 - التوزع المتباين للشوارد هو المتسبب في كمون الراحة.
- ب - 1 - عدد قنوات  $K^+$  أكثر من عدد قنوات  $Na^+$  في وحدة المساحة.
- الإستنتاج: ناقلية شوارد  $K^+$  أكبر من ناقلية شوارد  $Na^+$ .
- 2 - نعم، التعليل: بما أن عدد قنوات  $K^+$  أكثر من عدد قنوات  $Na^+$  في وحدة المساحة وهي مفتوحة باستمرار، إذا كمية  $K^+$  الخارجة أكبر من كمية  $Na^+$  الداخلة.
- 3 - تمتاز هذه القنوات: قنوات غشائية تخترق طبقتي الفوسفوليبيد للغشاء.
- مفتوحة باستمرار
- تسمح بنقل الشوارد حسب تدرج التركيز.
- 4 - يمثل المنحنى تغيرات الكمون الغشائي بدلالة تركيز  $K^+$  داخل الليف.
- من 0 - 100 ملي مول / ل: تزايد سريع في الكمون الغشائي.
- من 100 - 400 ملي مول / ل: تزايد بطيء في الكمون الغشائي ليبلغ 60 ملي فولط.
- من 400 ملي مول / ل فما فوق: يثبت الكمون الغشائي في 60 ملي فولط.
- المعلومة الإضافية فيما يخص منشأ كمون الراحة: منشأ كمون الراحة يتمثل في الفرق بين تركيز  $[K^+]$  داخل وخارج الليف.
- II - 1 - وجود آلية تعمل على إخراج  $Na^+$  عكس تدرج التركيز.
- 2 - نعم، نلاحظ ظهور الإشعاع خارج اليف في الوسط الفيزيولوجي وهذا النقل هو عكس تدرج التركيز.
- 3 - توقف تدفق  $Na^+$  نحو الخارج في  $0^\circ$  م مما يدل على أن الطبيعة الكيميائية للعناصر المسؤولة عن إخراج  $Na^+$  عكس تدرج التركيز بروتينية.
- 4 - المعلومات الإضافية حول عمل العناصر السابقة التي تخرج  $Na^+$  عكس تدرج التركيز:
- يتطلب طاقة على شكل ATP.
  - التعليل: - توقف الخروج بإضافة الـ DNP الذي يمنع تركيب الـ ATP.
  - إستئناف الخروج بإضافة الـ ATP.
  - إستئناف الخروج بغسل الوسط من الـ DNP.
  - يتطلب وجود  $K^+$  في الوسط الخارجي.



التعلييل: - توقف الخروج بغياب الـ  $K^+$  في الوسط الخارجي.

- إستئناف الخروج بإضافة  $K^+$  للوسط الخارجي.

III - الرسم راجع إجابة التمرين (27) والصفحات 90 ، 91 ، 92.

- يعود كمون الراحة إلى التوزيع المتباين للشوارد على جانبي الغشاء.

- تعمل البروتينات الغشائية على المحافظة على كمون الراحة، فرغم نفوذ شوارد الـ  $Na^+$  والـ  $K^+$  عبر قنوات

المميز البروتينية (قنوات التسرب) حسب تدرج التركيز، لا يختل كمون الراحة بتواجد نوع آخر من البروتينات

وهي المضخة التي تعمل بالنقل الفعال و يتلخص عملها كيميائي:

- تثبيت 3 شوارد  $Na^+$  وتنقلها خارج الخلية و تثبيت 2 شاردة  $K^+$  تدخلها داخل الخلية بإستهلاك الـ ATP.

- تسمح عمل المضخة بتثبيت كمون الراحة.

### 48 إجابة التمرين

1 - البيانات: (1) حوصل مشبكي. (2) حيز مشبكي. (3) غشاء هيولي للعنصر القبل مشبكي.

(4) غشاء هيولي للعنصر البعد مشبكي.

2 - أ - فرق الكمون على جانبي غشاء الخلية  $N = -70 \text{ mv}$

ب - الشكل أ: كمون عمل أحادي الطور قيمته  $105 \text{ mv}$

الشكل ب: فرط الإستقطاب قيمته  $5 \text{ mv}$

الشكل ج: إزالة الإستقطاب قيمته  $10 \text{ mv}$ .

ج - المشبك بين A و N منشط.

المشبك بين B و N مثبط (كابع).

د - شوارد الـ  $Ca^{++}$  المحقونة تعمل على طرح الحوصلات المشبكية لمحتواها في الحيز المشبكي والكمية المحقونة

تتناسب طرديا مع كمية المبلغ العصبي المفرزة وهذه الأخيرة تحدد مدى الإستجابة في العنصر البعد مشبكي.

هـ - وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر القبل مشبكي ← فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية

← دخول شوارد الـ  $Ca^{++}$  إلى هيولي العنصر القبل مشبكي ← تحرير المبلغ العصبي في الحيز المشبكي ←

تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات الغشائية الخاصة بها ← فتح القنوات المبوبة كيميائيا الدخول

المكثف و السريع لشوارد الـ  $Na^+$  ← تكوين كمون عمل بعد مشبكي.

### 49 إجابة التمرين

أ - 1) 0 - 1,5 ملي ثانية: كمون الراحة.

1,5 - 6 ملي ثانية: كمون العمل

2) زوال الإستقطاب: سببه الدخول السريع و المكثف لشوارد الـ  $Na^+$ .

عودة الإستقطاب: سببه الخروج البطيء لشوارد  $K^+$  وكميات أقل من الـ  $Na^+$ .

3) هناك نوعان من القنوات المتعلقة بالفولطية أثناء كمون العمل.

- أولا تتدخل القنوات المتعلقة بالفولطية الخاصة بالـ  $Na^+$ .

- ثم تتدخل القنوات المتعلقة بالفولطية الخاصة بالـ  $K^+$ .

التعلييل: يحدث تدفق للـ  $Na^+$  إلى داخل المحور ثم يتبع بخروج شوارد  $K^+$  إلى خارج المحور.

ب - 1) في 1 ، 2: إنفتاح قنوات الـ  $Na^+$  المتعلقة بالفولطية مع بقاء قنوات الـ  $K^+$  المتعلقة بالفولطية مغلقة، فدخول

سريع ومكثف للـ  $Na^+$  يسبب زوال و إنعكاس للإستقطاب.

في 2 ، 3: غلق قنوات الـ  $Na^+$  المتعلقة بالفولطية وفتح قنوات الـ  $K^+$  المتعلقة بالفولطية فخرج بطيء

وكميات أقل للـ  $K^+$  يسبب عودة الإستقطاب.

2) الجزء 3 ، 4: فرط الإستقطاب بسبب إستمرارية خروج شوارد الـ  $K^+$  لتأخر إنغلاق قنوات الـ  $K^+$  المتعلقة

بالفولطية.



(3) العودة إلى كمون الراحة سببها إلى التدخل السريع للمضخة (مضخة  $K^+ / Na^+$ ).

ج - 1) ش1 و ش2 دون عتبة التنبيه لذا لم نحصل على كمون عمل.

ش3 = عتبة التنبيه لذا حصلنا على كمون عمل.

ش4 رغم أنه أكبر من العتبة إلا أنه حصلنا على نفس كمون العمل المسجل بش3.

الإستنتاج: من شروط توليد كمون عمل أن يكون التنبيه شدة يساوي أو أكثر من عتبة التنبيه (قانون

العتبة) ومتى ما استجاب فإنه يستجيب بسعة أعظمية (قانون الكل أو اللا شيء).

(2) تنتشر السيالة العصبية بتدخل القنوات المرتبطة بالفولطية (المبوبة كهربائيا) على طول المحور.

د - الرسم: راجع التمرين (27).

## 50 إجابة التمرين

أ - 1 - البيانات: (1) حوصل مشبكي. (2) ميتوكوندري. (3) حيز مشبكي.

(4) الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي. (5) عنصر قبل مشبكي (عصبون محرك).

(6) عنصر بعد مشبكي (عضلة).

2 - ظهور الإشعاع يدل على وجود المستقبلات الغشائية على مستوى الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي.

3 - المعلومات المستخرجة: إن الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي يحوي مستقبلات للأستيل كولين هي مصدر كمون العمل في الخلية البعد مشبكية.

4 - سبب الشلل لتثبيت السم على مستقبلات الـ ACH ومنع هذا الأخير من التثبيت عليها فمنع إنتقال السيالة إلى العضلة فالشلل.

ب - تركز الفلورة على الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي دلالة على تثبيتها على مستقبلات الـ ACH وبذلك نتحقق من تواجد المستقبلات في الغشاء البعد مشبكي.

ج - 1 - إن سعة التسجيل مرتبطة بشدة المنبه أو كمية الأستيل كولين المحقونة ← كلما زادت شدة التنبيه كلما زادت سعة التيارات وبما أن حقن الكميات المتزايدة من الـ ACH تؤدي إلى نفس النتيجة إذا: الـ ACH هو المتسبب في هذه التيارات على مستوى الغشاء البعد مشبكي.

2 - α - تحليل النتائج: عند غياب الـ ACH ينعدم الإشعاع في الوسط أي عدم إنتقال شوارد الـ  $Na^+$  إلى الخارج.

- بوجود الـ ACH ظهور الإشعاع في الوسط أي إنتقال شوارد الـ  $Na^+$  إلى الخارج.

الإستنتاج: ظهور الإشعاع الناتج عن تدفق الـ  $Na^+$  المشع يعود لتأثير حقن الأستيل كولين (ACH).

β - النبضات (التيارات المسجلة) تعود لتواجد قنوات غشائية خاصة يتحكم في عملها الـ ACH لتسمح بتدفق الشوارد.

د - 1 - خمسة تحت وحدات بروتينية مركزها يشكل القناة.

2 - (1) و (2) موقعي التثبيت الـ ACH. (3) قناة مركزية مغلقة.

3 - للأستيل كولين موقعي تثبيت على المستقبلات.

4 - α - (1) الأستيل كولين ACH. (2) موقع تثبيت الـ ACH. (3) قناة مفتوحة. (4) حيز مشبكي.

(5) هيليولي العنصر البعد مشبكي. (6) طبقة مضاعفة من الفوسفوليبيد. (7) قناة  $Na^+$  مغلقة.

β - تتواجد القنوات المرتبطة بالكيمياء على مستوى المشابك على الغشاء الهيليولي للعنصر البعد

مشبكي، تفتح بتدخل المبلغ العصبي الكيميائي وهو المتحكم في إنفتاحها وذلك بعد تثبيت جزيئين

من الـ ACH على المواقع الخاصة بها ← فتح القناة ← دخول  $Na^+$ .

γ - لأن إنفتاحها مرتبط بتثبيت جزيئات كيميائية عليها.

القناة المتعلقة بالكيمياء	القناة المتعلقة بالفولطية	
الموقع	الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي	الغشاء القبل والبعد مشبكي
المتحكم في إنفتاحها	تثبيت الأستيل كولين ACH	تغيير الكمون الغشائي

تجربتي

بواسطة: جواد

tajribaty.com تجربتي



أ - تعريف المشبك: منطقة إتصال بين خليتين، خلية قبل مشبكية (خلية عصبية) و خلية بعد مشبكية بينهما شق مشبكي.

البيانات: (1) نهايات عصبية لعصبونات قبل مشبكية. (2) جسم خلوي لعصبون بعد مشبكي.

ب - 1 -  $\alpha$  - التنبيه (1) يؤدي إلى زوال إستقطاب (كمون تنبيهي) ينقل إلى الخلية البعد مشبكية. التنبيه (2) يؤدي إلى فرط إستقطاب لا يتولد كمون عمل بعد مشبكي. الإستنتاج: وجود نوعين من المشابك: (1) تنبيهية (2) تثبيطية. 2 - يسمى بكمون عمل بعد مشبكي تنبيهي PPSE لأنه يؤدي إلى توليد كمون عمل (زوال الاستقطاب). يسمى بكمون عمل بعد مشبكي تثبيطي PPSI لأنه لا يؤدي إلى توليد كمون عمل بل يسبب فرط استقطاب.

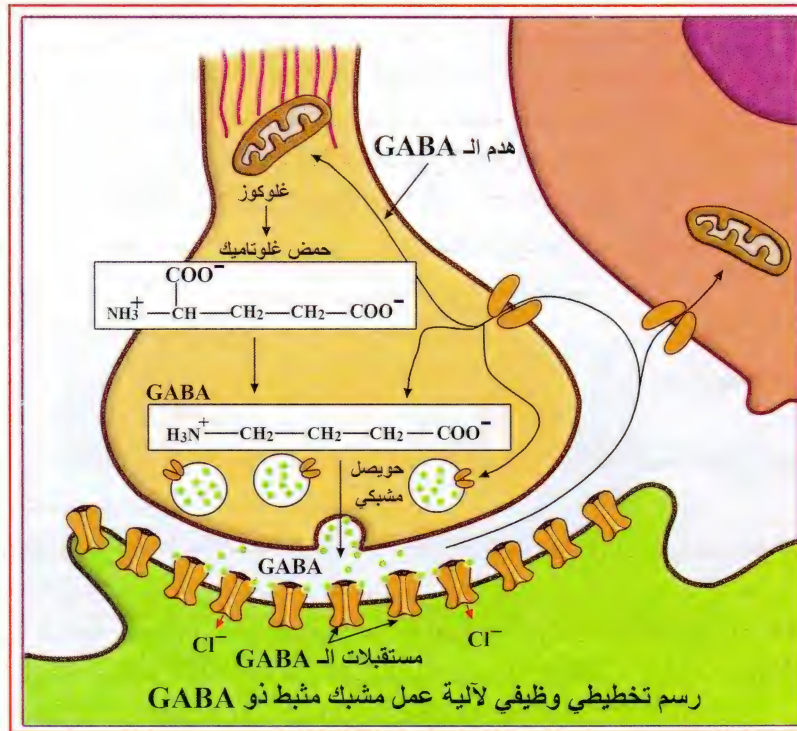
3 - المشبك (أ) مشبك تنبيهي. المشبك (ب) مشبك تثبيطي.

$\beta$  - 1 - GABA لم تؤثر على المشبك (أ) بل أثرت على المشبك (ب).

الإستنتاج: لكل مشبك من المشبكين السابقين مبلغ خاص به.

2 - التنبيه الفعال يسبب تحرير GABA و تناقص الـ  $Cl^-$  في الشق المشبكي للمشبك (ب).

3 - إن التنبيه الفعال يسبب في إفراز الـ GABA من قبل العنصر القبل مشبكي في الحيز المشبكي فتتثبت GABA على الجزيئات البروتينية الغشائية مسببة في فتح القنوات الخاصة بالكلور فدخل الـ  $Cl^-$  مسببة في فرط الإستقطاب فعدم إنتشار السيالة العصبية.



ج - 1 - الشكل (أ): ثلاث كمونات عمل إثنان تنبيهية وواحدة تثبيطية ← مشبكان تنبيهيان وآخر مثبط.

الشكل (ب): ثلاث كمونات عمل تنبيهية ← مشبك منه.

2 - مصدر الكمونين 1 و 2 المسجلين في المحورين هو دمج الكمونات الثلاث التي وصلت الخلية في نفس الوقت (المجموع الجبري للكمونات المنشطة والمثبطة الواردة) في كلا الشكلين.

3 - الاختلاف في التجمع الزمني والتجمع الفضائي: يدمج العصبون بعد المشبكي مختلف كمونات عمل قبل مشبكية وذلك بعملية تجميع قد يكون:



- تجميع فضائي: إذا كانت كمونات العمل القبل مشبكية مصدرها مجموعة من النهايات العصبية والتي تصل في الوقت نفسه لمشابك العصبون البعد مشبكي.
- تجميع زماني: إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف القبل مشبكي.

## 52 إجابة التمرين

- 1 - من التجربة أ: إنتقال السيالة العصبية من العصب إلى العضلة إي هناك نقل مشبكي.  
من التجربة ب: بما أنه تشكلت سيالة عصبية على مستوى العصب بعد التنبيه الفعال إذا الكورار لم يؤثر على العصب.  
من التجربة ج: بما أنه سجلنا كمون عمل على مستوى العصب بعد التنبيه الفعال ولم يحدث تقلص للعضلة إذا لم يحدث نقل مشبكي لذا فالكورار منع إنتقال السيالة العصبية من العصب إلى العضلة (عدم حدوث نقل مشبكي).  
من التجربة د: بعد التنبيه المباشر للعضلة وهي في الكورار وحدث تقلص عضلي لذا فالكورار لا يؤثر على العضلة.  
إذا مستوى تأثير الكورار كان على مستوى المشبك العصبي العضلي.
- 2 - الفرضية: إن بنية الكورار تشبه بنية المبلغ العصبي وهنا هو الإستيل كولين، فتثبتت جزيئات الكورار على مستقبلات نوعية خاصة بالإستيل كولين وهي موجودة على الغشاء الهيليولي للعنصر البعد مشبكي مانعة الأستيل كولين من التثبت عليها لذا لا تفتح قنوات الصوديوم فلا يدخل الصوديوم فلا يتكون كمون عمل بعد مشبكي.

## 53 إجابة التمرين

- 1 - نلاحظ من المنحنى أن سعة كمون العمل تنخفض عند إنخفاض تركيز شوارد الـ  $Na^+$  في الوسط الخارجي.  
إذا تدفق شوارد الـ  $Na^+$  هي المسؤولة عن نشوء كمون العمل أي سعة زوال الإستقطاب.
- 2 - زوال وإنعكاس الإستقطاب يوافق النفاذية السريعة والمكثفة لشوارد الـ  $Na^+$ .  
عودة الإستقطاب يوافق النفاذية البطيئة وبكميات أقل لشوارد الـ  $K^+$ .  
فرط الإستقطاب يوافق إستمرارية نفاذية شوارد الـ  $K^+$ .
- 3 - القنوات المتعلقة بالفولطية هي المسؤولة عن زوال وإنعكاس وعودة الإستقطاب حيث :  
القنوات الفولطية للـ  $Na^+$  مسؤولة عن زوال وإنعكاس الإستقطاب.  
القنوات الفولطية للـ  $K^+$  مسؤولة عن عودة وفرط الإستقطاب.
- 4 - إن التنبيه الفعال يعمل على فتح قنوات  $Na^+$  المتعلقة بالفولطية : دخول سريع ومكثف لشوارد الـ  $Na^+$  يسبب في زوال وإنعكاس الإستقطاب (الشكل 2).  
غلق قنوات  $Na^+$  المتعلقة بالفولطية وفتح قنوات الـ  $K^+$  المتعلقة بالفولطية: الخروج البطيء (فترة زمنية أطول) وبكميات أقل يتسبب في عودة الإستقطاب (الشكل 3).  
إستمرارية فتح قنوات  $K^+$  المتعلقة بالفولطية (تاخر إنغلاقها) يؤدي إلى إستمرارية خروج  $K^+$  مسببة في فرط الإستقطاب (الشكل 4).  
العودة إلى كمون الراحة يتمثل في غلق قنوات الـ  $K^+$  إضافة لقنوات  $Na^+$  وعمل المضخة السريع مسببة في عودة فرق تركيز الشاردتين  $Na^+$  و  $K^+$  إلى ما كان عليه قبل التنبيه (الشكل 1) ومنه العودة إلى كمون الراحة (الشكل 5) لكي يتمكن الليف من إكتساب قدرته على التنبيه ثانية.

## 54 إجابة التمرين

- I - 1 - طبيعة المشبك:  $N3-N1$  تثبيطي.  
التعليل: لأنه عند تنبيه  $N1$  سجل في  $O1$  فرط أستقطاب.  
طبيعة المشبك:  $N3-N1$  تنبيهي.  
التعليل: لأنه عند تنبيه  $N2$  سجل في  $O1$  زوال أستقطاب.



- 2 - مقارنة ت3 وت5: إن سعة ت3 أكبر من سعة ت5.
- 3 - لم نسجل كمون عمل في O2 لأن المشبك المثبط يقلل من سعة الكمون البعد مشبكي فلا يصل للعتبة لذلك لا يتولد كمون عمل في العنصر البعد مشبكي (أي أن المجموع الجبري للمشبك المثبط والمنبه لم يصل للعتبة).
- 4 - شروط تسجيل ت4 في ت6: أن يكون المجموع الجبري للكمون المثبط والمنشط يساوي أو أكبر من عتبة توليد كمون عمل الخلية البعد مشبكية N3.

التعليل: حدوث الإدماج الناتج عن التنبيه الآتي لـ N2 و N1 يؤدي إلى توليد كمون عمل بعد مشبكي.

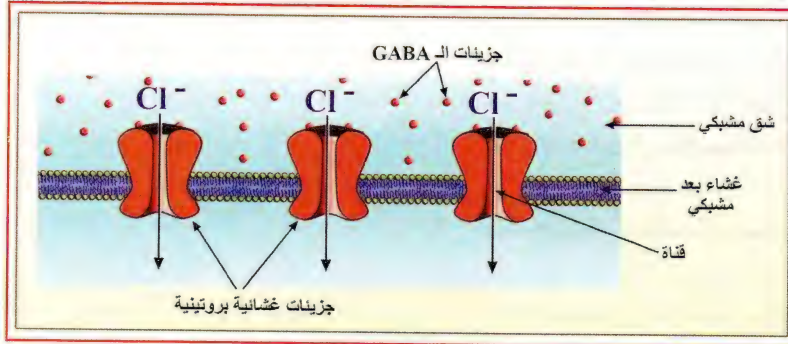
1 - الرسم راجع إجابة التمرين 13.

2 - الشرح: راجع إجابة التمرين 13.

يعمل العصبون المحرك على إيجاد المحصلة أو القيمة الجبرية للكمونات الغشائية بعد مشبكية المثبطة والكمونات المنبهة، على مستوى المنطقة المولدة، فإذا كانت هذه المحصلة تتجاوز عتبة زوال الاستقطاب، تؤدي إلى تشكل كمون عمل، أما إذا كان أقل من عتبة زوال الاستقطاب فإنه يبقى موضعياً، تتم المحصلة إما بتجميع فضائي أو تجميع زمني.

## إجابة التمرين 55

- 1 - التسجيل (أ): عند التنبيه في ت1 نسجل إفراط في الاستقطاب يقدر بـ 72- ميلي فولط والذي يمثل كمون بعد مشبكي مثبط (PPSI) ومنه نستخلص لأن العصبون (1) مثبط (جامع).
- التسجيل (ب): تنبيه في ت2 يسمح بتسجيل زوال استقطاب أي كمون بعد مشبكي منشط (PPSE) نستخلص أن العصبون (2) منشط.
- التسجيل (ج): في ت3 يسمح بتسجيل زوال استقطاب أي كمون بعد مشبكي منشط (PPSE) نستخلص أن العصبون (3) منشط.
- التسجيل (د): تنبيه ت3 + ت4 نسجل زوال استقطاب بسعة أقل من ت3 هذا يدل على أن العصبون (4) مثبط وأن التنبيه ت4 أعطى (PPSI) نقص من سعة ت3 نستخلص من ذلك أن العصبون (4) مثبط.
- 2 - رسم تخطيطي للآلية التي تحدث على مستوى ع1.



التجارب	التسجيل في O2	التسجيل في O3
1- تنبيه فعال في ت1 وت4 في آن واحد	PPSI	mv 70-
2- إحداث 4 تنبيهات متقاربة في ت2		
3- تنبيه في ت2 و ت3 في آن واحد		
4- تنبيه في ت1 و ت2 في آن واحد	PPSE	mv 70-

ب - 1 - رسم التسجيلات :



## 2 - تفسير النتائج:

- التجربة 1 : تنبيه فعال في ت1 وت4 في آن واحد يحدث تجميع فضائي.  
 $PPSI = PPSI4 + PPSI1$  الذي يترجم إلى كمون راحة.
- التجربة 2 : إحداث 4 تنبيهات متقاربة في ت2 يحدث تجميع زمني.  
 $PPSE = PPSE2 + PPSE2 + PPSE2 + PPSE2$  يصل إلى عتبة توليد كمون عمل.
- تجربة 3 : تنبيه في ت2 وت3 في آن واحد يحدث تجميع فضائي لـ  
 $PPSE = PPSE2 + PPSE3$  يصل إلى عتبة توليد كمون عمل.
- تجربة 4 : تنبيه في ت1 وت2 في آن واحد يحدث تجميع فضائي لـ  
 $PPSE = PPSE2 + PPSI1$  لا يصل إلى عتبة توليد كمون عمل فيترجم إلى كمون راحة.

## 3 - النتيجة:

يقوم العصبون المحرك بإدماج كل الكمونات بعد المشبكية التي تصل في نفس الوقت وذلك بتجميع فضائي (إذا كانت الكمونات قبل المشبكية مصدرها مجموعات من النهايات العصبية) أو تجميع زمني (إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف قبل مشبكي) والحصيلة الجبرية إذا كانت PPSE أكبر أو يساوي العتبة يتولد كمون عمل وإذا كان أقل من العتبة فلا تولد كمون عمل.

## 56 إجابة تمرين

- أ - 1 - ذكر الخطوات التجريبية التي بواسطتها تم الحصول على تسجيل الشكل (ب) من الوثيقة :
- تحضير التركيب التجريبي.....
  - إدخال الالكترود المجهرى داخل المحور الاسطواني.
  - وضع الالكترود المرجعي في ماء البحر.
  - تنبيه المحور الأسطواني تنبيهها فعالا.
- 2 - تفسير مختلف مراحل منحني الشكل (ب) معتمدا على الظواهر الكهربائية فقط.
- عند تنبيه المحور نلاحظ حدوث زوال استقطاب سريع متبوع بانعكاس الاستقطاب (+30mv) وهذا خلال 1 ميلي ثانية، يلي مرحلة زوال الاستقطاب هذه مرحلة عودة الاستقطاب بطيئة متبوعة بفرط استقطاب.
- الجزء ab : يمثل الزمن الضائع وهو الزمن الذي تستغرقه السيالة العصبية من نقطة التنبيه إلى مسرى الاستقبال المجهرى.
- الجزء bc : يمثل مرحلة زوال وانعكاس الاستقطاب ويفسر هذا الجزء بتغيير في توزيع الشحنات الكهربائية على جانبي الغشاء فيصبح الليف في منطقة الالكترود المجهرى يحمل شحنات سالبة على السطح وشحنات موجبة في الداخل (ناتج عن دخول شحنات موجبة).
- الجزء cd : يمثل مرحلة عودة الاستقطاب ويفسر هذا الجزء بعودة الشحنات الموجبة إلى السطح والسالبة إلى الداخل (ناتج عن خروج شحنات موجبة).
- الجزء de : يمثل مرحلة فرط الاستقطاب ويفسر هذا الجزء باستمرار استقطاب الغشاء فيحمل شحنات موجبة أكثر على السطح وسالبة أكثر في الداخل (ناتج عن استمرار خروج شحنات موجبة).
- ب - 1 - تحليل التسجيل (أ) :
- عند تطبيق الكمون المفروض بقيمة (0 mv) تتولد أولا تيارات أيونية داخلية سريعة أقل من 1 ميلي ثانية تليها تيارات أيونية خارجية بطيئة ولمدة أطول حوالي 4 ميلي ثانية.
  - الاستنتاج: هذه النتائج المسجلة مع قطعة غشائية صغيرة (التسجيل أ) تتفق تماما مع النتائج المسجلة مع كامل الغشاء (الوثيقة 1 - ب) وبالتالي نستنتج أن حركة شوارد ( $K^+$  و  $Na^+$ ) عبر الغشاء هي مصدر كمون العمل.
- 2 - المعلومات المستخرجة من مقارنة التسجيلين (ب) و (ج) مع (أ):
- مقارنة (ب) مع (أ):
  - عند استبدال  $Na^+$  بشوارد غير قابلة للانتشار وأصبح تركيز  $Na^+$  متساوي على جانبي الغشاء، لوحظ



عند تطبيق الكمون المفروض 0mv اختفاء التيار الداخل في حين لم يختلف التيار الخارج.

• المعلومات المستخرجة :

– التيار الداخل مرتبط بتدفق دخول شوارد  $Na^+$  عندما يكون هناك تدرج في تركيز  $Na^+$  على جانبي الغشاء.

– قنوات النمط الأول البروتينية هي المسؤولة عن تسجيل التيارات الداخلة فقط ومنه قنوات النمط الأول البروتينية هي قنوات خاصة بـ  $Na^+$ .

– تنتج مرحلة زوال الاستقطاب من كمون العمل عن تدفق شوارد الصوديوم نحو الداخل.

• مقارنة (ج) مع (أ):

– عندما يكون تركيز  $K^+$  متساوي على جانبي الغشاء، لوحظ عند تطبيق الكمون المفروض 0mv اختفاء التيار الخارج في حين لم يختلف التيار الداخل.

• المعلومات المستخرجة:

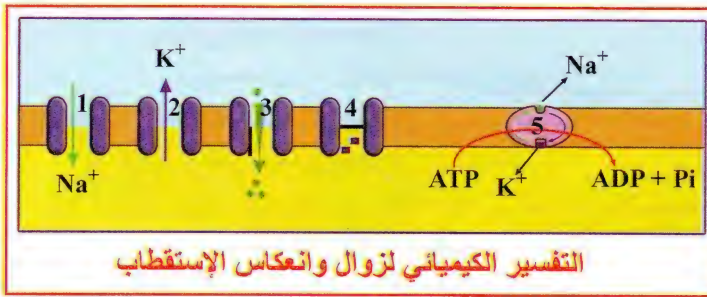
– التيار الخارج يعود إلى تدفق شوارد  $K^+$  نحو الخارج عندما يكون هناك تدرج في تركيز  $K^+$  على جانبي الغشاء.

– قنوات النمط الثاني البروتينية هي قنوات خاصة بـ  $K^+$ .

– تنتج مرحلة عودة وفرط الاستقطاب من كمون العمل عن تدفق شوارد البوتاسيوم نحو الخارج.

3 – التمثيل بواسطة رسومات تخطيطية :

– رسم تخطيطي يبين دور البروتينات الغشائية لليف أثناء مرحلة زوال الاستقطاب.

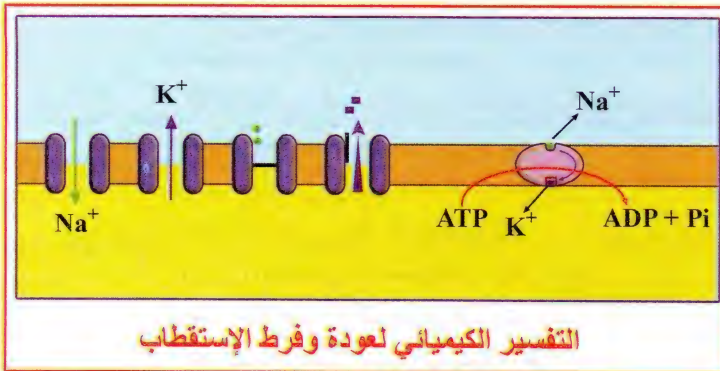


– فتح قنوات الـ  $Na^+$  الفولطية  
الدخول السريع والمكثف لـ  $Na^+$   
زوال وانعكاس الاستقطاب (تيار داخلي).

1 – قناة تسرب الـ  $Na^+$  مفتوحة  
2 – قناة تسرب الـ  $K^+$  باستمرار.  
3 – فتح قناة  $Na^+$  متعلقة بالفولطية.

4 – قناة  $K^+$  متعلقة بالفولطية مغلقة.  
5 – مضخة  $K^+/Na^+$ .

– رسم تخطيطي يبين دور البروتينات الغشائية لليف العصبي أثناء مرحلة عودة وفرط الاستقطاب، غلق قنوات  $Na^+$  وفتح قنوات الـ  $K^+$  الفولطية، خروج بطيء وبكميات أقل لـ  $K^+$  يسبب عودة الاستقطاب وتأخر في غلق قنوات الـ  $K^+$  يسبب فرط استقطاب.



57 إجابة التعرّين

I – أ – تحليل نتائج الجدول : وجود تباين في تركيز الشوارد بين الوسطين حيث :

تركيز  $Na^+$  في الخارج < في الداخل، تركيز  $K^+$  في الداخل < من الخارج وبمجموع  $Na^+$  و  $K^+$  في الخارج < من مجموعها في الداخل.



الاستنتاج: مصدر كمون الراحة ناتج من التوزيع المتباين للشوارد على جانبي غشاء الليف العصبي الحي.  
ب - 1 - الإشكالية المطروحة : كيفية المحافظة على التوزيع المتباين للشوارد على الجانبين رغم تدفقها وفق تدرج التركيز.

2 - الفرضية المقترحة : وجود آلية تعمل عكس تدرج التركيز حيث تطرد  $\text{Na}^+$  نحو الخارج وتحقن شوارد  $\text{K}^+$  نحو الداخل.

3 -  $\alpha$  - العنوان المناسب للوثيقة : رسوم تخطيطية توضح آلية عمل مضخة  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ .

$\beta$  - ترتيب الأشكال والتعليق: لاحظ الوثيقة الموجودة في الصفحة 91.

الترتيب	التعليق
و	تثبيت ( $\text{Na}^+$ ) على المضخة المنفتحة نحو الداخل.
د	إمالة ATP وفسفرة المضخة.
أ	تغيير شكل المضخة المفسفرة حيث تصبح منفتحة نحو الخارج لطرد $\text{Na}^+$ .
هـ	تثبت $\text{K}^+$ على المضخة وانفصال الفوسفور (زوال الفسفرة).
جـ	تغيير شكل المضخة حيث تصبح منفتحة نحو الداخل.
ب	تحرير شوارد $\text{K}^+$ نحو الداخل.

II - 1 - أ - نوع الجهاز المستعمل:

التسجيل (أ): راسم الاهتزاز المهبطي.

التسجيل (ب): الجهاز الحساس للتيارات المتصل بالمصاصة المجهرية.

ب - التعرف على الفواصل الزمنية:

A - كمون الراحة، B - زوال وانعكاس الاستقطاب، C - عودة الاستقطاب، D - فرط الاستقطاب،

E - العودة إلى كمون الراحة.

جـ - التحليل المقارن للتسجيلين :

الفاصلة A : كمون الراحة - عدم تسجيل أي تيار (داخلي أو خارجي).

الفاصلة B : زوال الاستقطاب - تسجيل تيار داخلي بسعة كبيرة ومدة قصيرة.

الفاصلة C : عودة الاستقطاب - تسجيل تيار خارجي بسعة صغيرة ومدة طويلة.

الفاصلة D : فرط الاستقطاب - استمرار التيار الخارجي.

الاستنتاج : كمون العمل ناتج عن نوعين من التيارات: تيار داخلي بسعة كبيرة ومدة قصيرة يليه تيار خارجي بسعة صغيرة ومدة طويلة.

2 - أ - رسم المنحنى البياني : المنحنى المجاور.

ب - العلاقة التي تربط التسجيلات:

زوال وانعكاس الاستقطاب (B) ناتج

عن انفتاح عدد كبير من قنوات  $\text{Na}^+$

الفولطية ودخول سريع وكثيف لشوارد

$\text{Na}^+$  (تيار داخلي).

عودة الاستقطاب (C): انفتاح قنوات

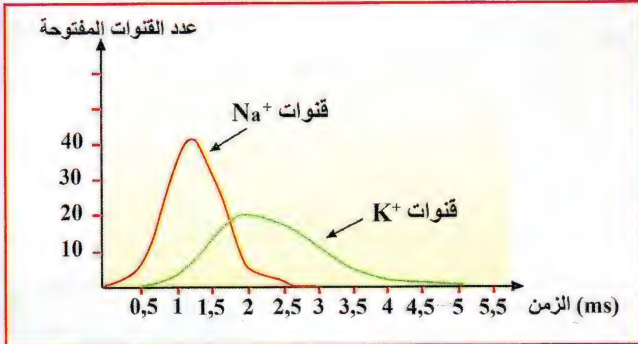
$\text{K}^+$  الفولطية وخروج بطيء وقليل

لشوارد  $\text{K}^+$  (تيار خارجي).

فرط الاستقطاب (D): استمرار عمل القنوات  $\text{K}^+$  الفولطية - تيار خارجي مستمر (مدة طويلة) أي

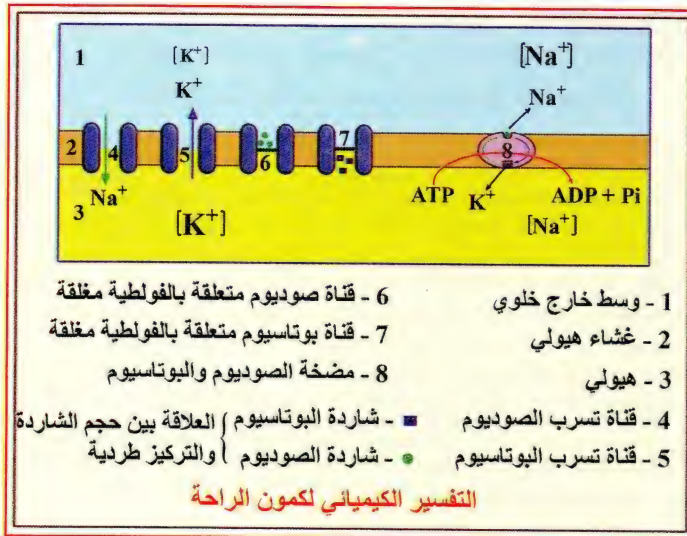
التأخر في الغلق.

العودة إلى كمون الراحة E: انغلاق القنوات الفولطية - توقف التيارات فعمل المضخة السريع.





III - رسم على المستوى الجزئي يوضح دور البروتينات الغشائية للمحور الاسطواني في الفواصل الزمنية (A, B, C):



– في الفاصلة الزمنية A (كمون الراحة) :  
الرسم المجاور.

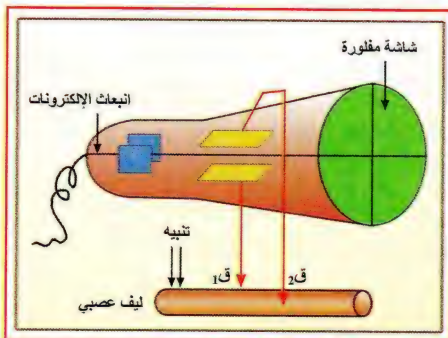
– في الفاصلة الزمنية B زوال وانعكاس  
الاستقطاب (راجع التمرين 56).

– الفاصلة الزمنية C و D عودة الاستقطاب  
وفطر الاستقطاب (راجع التمرين 56).

## 58 إجابة التمرين

١ - أ - أهمية استعمال جهاز (OS) : يسمح بـ :

- دراسة الظواهر الكهربائية لغشاء الليف العصبي ومشاهدتها.
- تسجيل سرعة السيالة العصبية.



- ب - خاصية الليف العصبي التي يبرزها التسجيل المحصل عليه:
- ما بين الزمنين ز1 وز2: هي حالة الاستقطاب
  - ما بين الزمنين ز2 وز3: هي حالة زوال الاستقطاب
- ج - العناوين المناسبة للتسجيلات المحصل عليها في كل من:
- (ز0 - ز1): انعدام الكمون.
- (ز1 - ز2): كمون الراحة.
- (ز2 - ز3) كمون العمل (وحيد الطور).

- د - التركيب التجريبي الذي يسمح بالحصول على التسجيل الذي تم خلال (2ز - 3ز):  
(إحداث تنبيه فعال والمسربين أحدهما على السطح والآخر بالمقطع) لاحظ الرسم المجاور.
- هـ - تحليل المراحل التالية:

- (أ - ب): يفسر زوال الاستقطاب بفتح القناة الفولطية للصوديوم ودخول سريع لشوارد الصوديوم (ميز).  
(ب - ج): يفسر عودة الاستقطاب بفتح القناة الفولطية للبوتاسيوم وخروج بطيء للبوتاسيوم (ميز) بعد غلق قناة الفولطية للصوديوم.  
(ج - د): يفسر إفراط في الاستقطاب لتأخر انغلاق قنوات البوتاسيوم وبالتالي استمرار خروج البوتاسيوم بعد عودة الاستقطاب.

2- أ - تحليل نتائج التسجيلات المبنية بالوثيقة (3):

- قبل فرض الكمون: كمون راحة عند (-60mv).
- عند الإخضاع للكمون المفروض: تحويل الكمون الغشائي إلى (0 mv)
- يسمح تطبيق الكمون المفروض بتسجيل تيار أيوني داخلي لفترة قصيرة أقل من 1 ملي ثانية يليه تيار أيوني خارجي يستمر لفترة أطول حوالي 4 ملي ثانية.

- ب - تفسير النتائج :

- قبل تطبيق الكمون المفروض: الغشاء في حالة استقطاب والقنوات المتعلقة بالفولطية مغلقة.
- عند فرض الكمون: – تنفتح أولاً قنوات الـ  $\text{Na}^+$  الفولطية، فيؤدي دخول الـ  $\text{Na}^+$  إلى توليد تيار داخلي.



- بانغلاق قنوات الـ  $Na^+$  تنفتح قنوات  $K^+$  فيؤدي خروج الـ  $K^+$  إلى توليد تيار خارجي.
  - يستمر خروج الـ  $K^+$  لتأخر انغلاق قنوات الـ  $K^+$  الفولطية.
  - يعود الكمون الغشائي إلى الراحة بعد انغلاق القنوات الفولطية بتدخل المضخة.
- 3 - أ - تحليل التسجيلات المحصل عليها في الوثيقة (5):

التحليل	الاستخلاص
عند التنبيه (أ): نسجل حالة زوال الاستقطاب على مستوى الغشاء بعد المشبكي	المشبك (α): مشبك تنبهي
عند تنبيه (ب): نسجل إفراط في الاستقطاب على مستوى الغشاء بعد مشبكي	المشبك (β): مشبك تثبيطي
تنبيهان في (أ): نسجل منحني كمون عمل يمكن أن ينتشر على طول العصبون	حدوث تجميع زمني
تنبيهان (أ + ب): لا نسجل استجابة في (ن) لأن محصلة الاستجابتين لا تصل لعتبة كمون العمل لا تسمح بتكوين حالة زوال استقطاب	حدوث تجميع فضائي
حقن الكمية (ك1) من الـ GABA : يؤدي إلى إفراط في الاستقطاب	الـ GABA عبارة عن مبلغ كيميائي لمشبك تثبيطي (β).
حقن الكمية (ك2) من الـ GABA تؤدي إلى زيادة في سعة الإفراط	إن سعة الإفراط تتعلق بتركيز الوسيط الكيميائي المثبط المفرز في الشق المشبكي (β)

ب - الرسم التخطيطي : (راجع التمرين 12 أو 13)

### إجابة التمرين 59

- 1 - تمثل المواد المحقونة في (م1 و م2) مبلغات كيميائية طبيعية.
- 2 - تحليل التسجيلات :
  - حقن الـ ACH في م1 يسمح بتسجيل كمون الراحة في (ع1) وكمون بعد المشبكي منبه (PPSE) لا يصل إلى عتبة توليد كمون عمل فلا تقلص العضلة.
  - حقن الـ GABA في م2 يسمح بتسجيل كمون راحة في مستوى ع2 وكمون بعد مشبكي مثبط (PPSI) في م فلا تقلص العضلة.
  - تنبيه في ع1 + ع3 في نفس الوقت يحدث تجميع فضائي فنسجل (PPSE) يصل إلى عتبة توليد كمون عمل فتقلص العضلة.
- 3 - تأثير الـ ACH على العصبون (م): تثبت جزيئات الأسيل كولين على مستقبلات غشائية نوعية متواجدة على مستوى الغشاء بعد مشبكي فتتفتح قنوات تسمح بدخول  $Na^+$  إلى الخلية البعد مشبكية فينشئ كمون بعد مشبكي منبه (زوال الاستقطاب) عند وصوله العتبة يولد كمون عمل بعد مشبكي والذي ينتشر على طول الليف العصبي.
- تأثير الـ GABA على العصبون (م): تثبت جزيئات الـ GABA على مستقبلات غشائية نوعية متواجدة على مستوى الغشاء بعد مشبكي فتتفتح قنوات تسمح بدخول  $Cl^-$  إلى الخلية البعد مشبكية فينشئ كمون بعد مشبكي مثبط (إفراط في الاستقطاب).
- 4 - الـ ACh هو الوسيط الكيميائي الذي يؤثر على مستوى اللوحة المحركة.
- 5 - أنواع القنوات: راجع التمرين 60.
  - قنوات فولطية للـ  $Na^+$ ، قنوات فولطية للـ  $K^+$ ، مغلقة أثناء الراحة وتفتح بالتنبيه الفعال وقنوات مفتوحة باستمرار للـ  $Na^+$  وللـ  $K^+$  هذه القنوات متواجدة على مستوى الليف العصبي وهي قنوات التسرب.
  - قنوات فولطية للـ  $Ca^{++}$  متواجدة على مستوى الزر النهائي للعصبون.
  - قنوات كيميائية للـ  $Na^+$ ، قنوات كيميائية للـ  $Cl^-$  موجودة على مستوى الغشاء البعد المشبكي (غشاء



6 - الجسم الخلوي) للعصبون وعلى مستوى غشاء العضلات.  
بنية القناة المستقبلية للأستيل كولين. (راجع التمرين 50)

## 60 إجابة التمرين

- 1 - البروتينات الغشائية بشكل قنوات : بعض بروتينات غشاء العصبون تلعب دور قنوات شاردية مختصة. نميز منها ثلاثة أنواع : - قنوات شاردية للتسرب.  
- قنوات شاردية مرتبطة بالفولطية.  
- قنوات شاردية مرتبطة بالكيمياء.
- 2 - تحديد مواقع القنوات الشاردية على مستوى العصبون : (لاحظ الجدول)  
أ - بيانات الوثيقة : 1 - زوائد شجرية، 2 - جسم خلوي، 3 - محور اسطواني، 4 - غمد النخاعين، 5 - حويصلة مشبكية، 6 - غشاء قبل مشبكي، 7 - حيز مشبكي، 8 - غشاء بعد مشبكي، 9 - مشبك.  
ب - القنوات الشاردية ليس لها نفس التوزيع على مستوى العصبون :

نوع القنوات الشاردية	إجابة السؤال 2 - ب الموقع	إجابة السؤال 3 - شروط أداء الوظيفة (شروط العمل)
1 - قنوات التسرب.	تتوزع بشكل متجانس في كل الغشاء من الزوائد الشجرية حتى الأضرار المشبكية.	مفتوحة باستمرار تسمح بمرور حر للشوارد حسب تدرج التركيز الكهروكيميائي انفتاحها لا تكون مشروطة ولكن العدد الكبير لقنوات الـ $K^+$ في وحدة المساحة هو الذي يحدد النفاذية الاختيارية للغشاء لشاردتي $K^+$ و $Na^+$ .
2 - القنوات المرتبطة بالفولطية (المبوبة كهربائيا).	توجد على مستوى المحور الاسطواني من بداية المحور (القطعة المخروطية) حتى الأضرار المشبكية (أنها منطقة مختصة في توليد وانتشار الرسالة العصبية). هناك قنوات خاصة بالـ $Ca^{++}$ توجد في منطقة الأضرار.	مغلقة أثناء الراحة، تنفتح عند تغيير الكمون الغشائي (فرق الكمون على جانبي الغشاء) وانفتاحها مشروط بقيمة العتبة لفرق الكمون الغشائي المميز بها.
3 - القنوات المرتبطة بالكيمياء (المبوبة كيميائيا).	توجد فقط على مستوى الأغشية الهيولية البعد مشبكية في المشبك الكيميائية (منطقة مختصة في استقبال الوسيط الكيميائي وتوليد رسالة عصبية).	انفتاحها يتم عن طريق جزيئات المبلغ الكيميائي التي ترتبط بها.

- 3 - الإجابة في الجدول السابق.
- 4 - نشأة وانتشار الرسالة العصبية : الرسالة العصبية المولدة من قبل العصبون مكونة من سلسلة من إشارات كهربائية أولية تدعى كمونات العمل. سنتابع نشأة إحدى هذه الإشارات وانتقالها على طول سلسلة عصبونية. كمون العمل : هو زوال استقطاب للغشاء مرتبط بتغيير مؤقت لنفاذيته يسببه التنبيه.  
هذه الظاهرة تتدخل فيها نوعين من القنوات المتعلقة بالفولطية لـ  $Na^+$  و  $K^+$  التي تتدخل بالتناوب : عند تنبيه فعال، الكمون الغشائي يصل إلى قيمة العتبة لقنوات الـ  $Na^+$  المرتبطة بالفولطية مسببا في انفتاحها. شوارد الـ  $Na^+$  تدخل بكثافة للعصبون حسب تدرج تركيزها مسببة زوال وانعكاس الاستقطاب حتى قيمة (+30mv). انطلاقا من هذه القيمة تنغلق قنوات الـ  $Na^+$  بينما تنفتح قنوات الـ  $K^+$  المرتبطة بالفولطية فتخرج شوارد  $K^+$  فجأة من العصبون. إن فقدان الشحنات الموجبة يعيد استقطاب الغشاء الذي يستعيد كمون راحته. كمون العمل هذا ينتشر على طول غشاء المحور الاسطواني بالتحديد بفضل التيارات المحلية التي تفتح قنوات الفولطية.  
في مستوى الأضرار المشبكية : كمون العمل يفتح قنوات الـ  $Ca^{++}$  المتعلقة بالفولطية فيدخل الكالسيوم



إلى هوىل العنصر القبل مشبكي حسب تدرج الالكتروكيميائي وينبه إفراز الحويصلات المشبكية ففتحير المبلغ الكيميائي في الحيز المشبكي. إن جزئيات المبلغ العصبي تثبت على المستقبلات النوعية ضمن القنوات الكيميائية للعنصر البعد مشبكي:

– في حالة المشبك المنبه، يرتبط المبلغ الكيميائي بقنوات الـ  $Na^+$  مسببة انفتاحها. إن انتشار شوارد الـ  $Na^+$  في العصبون البعد مشبكي يولد كمون عمل بعد مشبكي منبه الـ PPSE يمكنه أن يولد كمون عمل بعد مشبكي إذا كان سعته تساوي عتبة فتح قنوات الفولطية للعصبون البعد مشبكي. إذا تنتقل الرسالة القبل مشبكية.

– إذا كان تثبت المبلغ الكيميائي يسبب انفتاح قنوات الـ  $K^+$  أو  $Cl^-$  فإن خروج  $K^+$  أو دخول  $Cl^-$  من أو إلى العنصر البعد مشبكي يسبب فرط الاستقطاب في غشائه يدعى كمون بعد مشبكي مثبط الـ PPSI فلا يتولد كمون عمل. إن المشبك مثبط لا ينقل الرسالة العصبية.

## اجابة التمرين 61

أ - 1 - قيمة الكمون المفروض: +65mv

2 - تفسير المنحنى B : يمثل المنحنى حركة التيارات المسجلة على مستوى الغشاء القبل مشبكي (0-1ms) نسجل تيار داخلي ناتج عن انفتاح قنوات فولطية ودخول الشوارد، ثم سرعان ما يتوقف التيار الداخلي نتيجة انغلاق هذه القنوات (1-5ms) نسجل تيارات خارجة ناتجة عن انفتاح قنوات فولطية أخرى وخروج الشوارد وهي بطيئة الانغلاق.

تفسير المنحنى A : عند إضافة مادة مثبطة لانتقال شوارد الصوديوم لا نسجل التيارات الداخلية ونسجل فقط التيارات الخارجية مما يدل على أن التيار الداخلي متعلق بدخول الصوديوم والتيارات الخارجية متعلقة بخروج البوتاسيوم.

الاستخلاص: مصدر كمون العمل القبل مشبكي هو تيارات كهربائية ناتجة عن انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية وحركة الشوارد على جانبي غشاء الليف.

ب - 1 - تفسير نتائج الجدول :

– قبل إضافة ACh يكون توزع الشوارد على جانبي الغشاء البعد مشبكي غير متساوي ولا نسجل حركة التيارات وهذا يدل على أن القنوات مغلقة.

– عند إضافة ACh نسجل تيارات داخلية وتساوي تركيز الصوديوم على جانبي الغشاء مما يدل على دخول شوارد الصوديوم نتيجة انفتاح القنوات الكيميائية للـ  $Na^+$  المستقبل للـ ACh.

– عند إضافة GABA نسجل تيارات داخلية وتساوي تركيز الكلور على جانبي الغشاء مما يدل على دخول شوارد الكلور نتيجة انفتاح القنوات الكيميائية للـ  $Cl^-$  المستقبل للـ GABA.

2 - الاستنتاج: تتواجد على مستوى الغشاء البعد مشبكي قنوات مرتبطة بالكيمياء تثبت عليها مبلغات كيميائية مثل ACh والـ GABA هو المتحكم في انفتاحها.

ج - تلعب البروتينات دوراً أساسياً في نقل النبأ العصبي عبر السلاسل العصبونية للجهاز العصبي :

1 - عبر العصبون الواحد :

– تضمن البروتينات وجود وثبات كمون الراحة وذلك بتدخل (1) بروتينات قنوات التسرب، (2) مضخة  $K^+/Na^+$ .

– تضمن البروتينات نشأة وانتشار كمون العمل عبر العصبون وذلك بتدخل القنوات المرتبطة بالفولطية.

2 - عبر المشبك:

يتم نقل النبأ العصبي من عصبون إلى خلية مجاورة عبر منطقة تفضل: المشبك حيث تساهم في هذه الظاهرة الأنواع التالية للبروتينات:

1 - البروتينات القنوية المرتبطة بالفولطية للـ  $Ca^{++}$  المتواجدة في مستوى الأزار.

2 - البروتينات القنوية المرتبطة بالكيمياء المتواجدة على الغشاء بعد المشبكي والتي تتأثر بالأستيل كولين



أو بالـ GABA حسب نوع المشبك (مبلغات عصبية).  
3- بروتين إنزيمي: الأستيل كولين استراز الذي يفك الأستيل كولين ويوقف تأثيره.

## 62 تجربة التمرين

تحليل التسجيلات: في التجربة (1): إن التنبيه الفعال St1 تم على العصبون القبل مشبكي N2.

### الوثيقة (2a):

– في O1 : المتواجد على مستوى إحدى تفرعات المحور N2 فنسجل بعد زمن ضائع انعكاس استقطاب غشائي يمر من  $-70\text{mv}$  حتى  $+30\text{mv}$  إنه كمون عمل قبل مشبكي ينتشر من نقطة التنبيه.  
– في O2 و O3 : المتواجد على التوالي على مستوى المخروط المحوري للعصبونات البعد مشبكية N1 و N3 فنسجل بعد زمن ضائع زوال استقطاب ضعيف ( $-60\text{mv}$ ) فهو يقترب من الكمون الغشائي دون الوصول إليه. هذه الكمونات البعد مشبكية منبهة PPSE.  
إذا المشبك S1 و S2 منبهة.

– في O4 : المتواجد على محور العصبون N3. أنه كمون الراحة المسجل لأنه PPSE لا ينتشر.  
– في O5 : المتواجد على مستوى العصبون البعد مشبكي N4 فنشاهد فقط كمون الراحة لأن المشبك S3 لم ينبه.  
الوثيقة (2b): إن التنبيه الفعال St2 تم على مستوى العصبون القبل مشبكي N3 سمح بتسجيل:

– في O4 : كمون عمل قبل مشبكي – انتشر.  
– في O5 : فرط استقطاب: هذه الزيادة في كمية الشحنة السالبة الداخلية للمخروط البعد مشبكي تبعد الكمون عن عتبة كمون العمل وتنقص من قابليته للتنبيه. فهو كمون بعد مشبكي مثبط PPSI.  
إذا المشبك S3 مثبط.

### الوثيقة (2c): نتيجة للتنبيه في St3 للعصبون القبل مشبكي N5 نسجل:

O6 : كمون عمل قبل مشبكي ينتشر انطلاقاً من نقطة التنبيه في O5 زوال استقطاب أو PPSE أقل من العتبة (عتبة كمون العمل). إذا المشبك S4 منبه.

التجارب التسجيلات	تنبيه فعال للعصبون القبل مشبكي N2	سلسلة من التنبيهات الفعالة المتقاربة للعصبون القبل مشبكي N2	الاستنتاجات
في O1 ليف قبل مشبكي	كمون عمل واحد	سلسلة من كمونات عمل بتواتر عالي	كل تنبيه فعال يولد كمون عمل قابل للانتشار على مستوى العصبون المنبه.
في O2 و O3 مخاريط بعد مشبكية	PPSE أولى أقل من عتبة كمون العمل	PPSE بقيمة $-35\text{mv}$ أكبر من العتبة يولد كمون عمل بعد مشبكي	إن كمون العمل الواحد القبل مشبكي لا يستطيع توليد كمون عمل بعد مشبكي. سلسلة من كمونات العمل القبل مشبكية المتتالية بفارق زمني قصير جداً تولد تجميع زمني عدة كمونات PPSE ابتدائية تولد PPSE إجمالي. إن قيمة هذا الـ PPSE إذا وصلت لعتبة زوال الاستقطاب تولد كمون عمل بعد مشبكي.
في O4 ليف بعد مشبكي	كمون راحة	كمون عمل	إن PPSE غير قابل للانتشار. إن كمون العمل فقط هو القابل للانتشار ويتجدد بنفس القيمة (أي يساوي نفسه).
في O5 مخروط بعد مشبكي	كمون راحة	كمون بعد مشبكي مثبط PPSI	إن استجابة بعد مشبكية تتطلب تنشيط المشبك بكمون عمل قبل مشبكي.

الحصيلة: المشبك العصبي – عصبي لا يعمل (Coup par coup): كمون عمل واحد قبل مشبكي لا يستطيع  
توليد كمون عمل بعد مشبكي. إن الرسالة العصبية الابتدائية غير قابلة للانتشار (المرو) عبر المشبك.



— إن توليد رسالة عصبية بعد مشبكية تتطلب الإدماج من قبل العصبون البعد المشبكي لعدة رسائل واردة وهي نتيجة إدماج كمونات عمل بعد مشبكية PPS المتولدة الذي يسمح أولاً يسمح بانتشار (انتقال) الرسالة العصبية من عصبون لآخر.

3 — تأثير التنبيهات St3 : إن سلسلة من التنبيهات الفعالة على العصبون N3 ستولد في نقطة التنبيه تواتر من كمونات العمل بنفس السعة، هذه السلسلة من كمونات العمل ستنتشر بفضل التيارات المحلية على جانبي نقطة التنبيه ويسجلها O4 و O3.

الـ O1 : يبين تسجيل كمون عمل. إن النقل المشبكي للرسالة العصبية ذات اتجاه واحد (القطبية) إن سلسلة كمونات العمل هذه لا تعبر المشبك S2.

O5 : نسجل PPSI إجمالي بتجميع (إدماج) زماني للكمونات الـ PPSI الابتدائية التي تولدها كمونات العمل القبل مشبكية التي نبهت المشبك S3. إن هذا الكمون PPSI الإجمالي له سعة أكبر من تلك المحصل عليها في التجربة رقم (2).

4 — تحليل التجربة (3) : إن المواد X1, X2, X3 المحقونة في الشقوق المشبكية أثرت على الأغشية البعد مشبكية بتغير كمونها الغشائي : إنها مبلغات عصبية.

X1 : ليس لديه تأثير على المشبك S3 و S4 ولكن سببت زوال استقطاب الغشاء البعد مشبكي للعصبونات N1 و N3 يجعلها أكثر قابلية للتنبيه. إنه مبلغ عصبي منبه مميز للمشبك S1 ، S2 فينتجه العصبون القبل مشبكي N2 ويحرر في الشق المشبكي.

X2 : ليس له تأثير على المشبك S3 فيسبب فرط استقطاب غشاء العصبون N4 يجعله أقل قابلية للتنبيه. هذا المبلغ العصبي المثبط مميز للمشبك S3 ويفرزه العصبون N3....

X3 : يؤثر على مستوى المشبك S4 فيسبب زوال استقطاب العصبون البعد مشبكي N4 فهو مبلغ عصبي منبه مميز للمشبك S4 وينتجه العصبون N4....

## 63 إجابة التمرين

I — 1 — يمثل المنحنى (a) : كمون عمل أحادي الطور يتكون من الأجزاء التالية : موجة زوال وانعكاس الاستقطاب، عودة الاستقطاب، فرط في الاستقطاب، عودة إلى حالة الراحة.

2 — تأثير المادتين السامتين على الاستجابة الكهربائية للمحور العصبي :

- تمنع المادة (TTX) ظهور كمون العمل (تمنع زوال الاستقطاب).
- المادة (TEA) تبطل إعادة الاستقطاب وتمنع الإفراط في الاستقطاب.

3 — الفرضيتان المقترحتان : — ربما يعود غياب كمون العمل في الحالة (b) لكون المادة (TTX) منع دخول شوارد  $Na^+$  المسؤولة عن زوال الاستقطاب وانعكاسه.

— ربما يعود ببطء إعادة الاستقطاب ومنع الإفراط في الاستقطاب في الحالة (c) لأن مادة (TEA) تمنع خروج شوارد  $K^+$ .

II — 1 — طريقة فرض كمون معين على جانبي الغشاء : يستوجب فرض كمون معين على جانبي غشاء الليف إلغاء أو تعديل الكمون الغشائي المقاس وذلك بإرسال تيار كهربائي معين عبر إلكترود التزويد المتصل بهيولى الليف العصبي.

2 — الاستنتاج من تحليل المنحنيات :

- في حالة المحلول الفيزيولوجي فقط : بعد التنبيه نسجل انخفاض في كمية الشوارد ( $Na^+$  و  $K^+$ ) خارج المحور وهذا لدخول  $Na^+$  إلى داخل الليف (تيار داخلي) وذلك بعد فتح القنوات الفولطية الخاصة بشوارد  $Na^+$  بعدها نسجل زيادة في عدد الشوارد خارج المحور بسبب خروج  $K^+$  بعد فتح القنوات الفولطية الخاصة بالـ  $K^+$  (تيار خارجي).

- في وجود TTX : يختفي التيار الداخلي الناتج عن دخول شوارد  $Na^+$  ونسجل فقط التيار الخارجي الناتج عن خروج شوارد  $K^+$ . إذن مادة TTX فعلاً تمنع دخول شوارد  $Na^+$  في المحور المنبه وهذا لأنها تمنع انفتاح القنوات الفولطية الخاصة بـ  $Na^+$ .



- في وجود TEA: ينخفض تركيز الشوارد خارج المحور نتيجة دخول شوارد  $Na^+$  ولا نسجل زيادة في تركيز الوسط الخارجي لعدم خروج شوارد  $K^+$ .
- إذن مادة TEA تمنع انفتاح القنوات الفولطية الخاصة بـ  $K^+$  وبالتالي عدم خروجه وهذا يبطل عود الاستقطاب ولا يظهر فرط الاستقطاب.
- 3 - علاقة النتائج بالفرضيتين المقترحتين في السؤال 1 - 3.
- نعم نتائج هذه التجارب تحقق الفرضيتين في السؤال 1 - 3.

## 64 إجابة التمرين

- I - 1 - تحليل التسجيلات المحصل عليها:
    - التجربة 1: عند إحداث تنبيه فعال في العصبون N1 تم تسجيل منحنيات متماثلة لكمونات عمل على مستوى أجهزة راسم الاهتزاز المهبطي (ج1، ج2، ج3).
    - التجربة 2: عند حقن كمية G1 (كمية قليلة) من الأستيل كولين بين العصبونين N1 و N2 لم تسجل أي استجابة في الجهازين (ج1، ج3) بينما سجل كمن غشائي على مستوى الجهاز (ج2).
    - التجربة 3: عند حقن كمية G2 (كمية أكبر) من الأستيل كولين بين العصبونين N1 و N2 لم تسجل أية استجابة في الجهازين (ج1، ج3) بينما سجل كمن عمل على مستوى الجهازين (ج2 و ج3).
    - التجربة 4: عند حقن كمية G3 (كمية كبيرة) من الأستيل كولين داخل العصبون N2 لم تسجل أية استجابة في الأجهزة الثلاثة (ج1، ج2، ج3).
  - 2 - تبيان أن انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مشفرة بتركيز الأستيل كولين: يتبين من التسجيلات المحصل عليها في التجريبتين 2 و 3 أن كمية الأستيل كولين المحقونة في الشك المشبكي هي التي تتحكم في توليد كمن العمل في الغشاء بعد المشبكي بشرط أن لا تقل عن عتبة معينة.
  - 3 - تحديد مكان تأثير الأستيل كولين: يؤثر الأستيل على السطح الخارجي لغشاء العصبون بعد مشبكي.
  - 4 - الاستخلاص: يؤدي الرسالة العصبية المشفرة بتواتر كمن عمل على مستوى العصبون قبل المشبكي إلى تغير في كمية المبلغ العصبي الذي يتسبب في توليد رسالة عصبية في العصبون بعد مشبكي.
- II - 1 - التعرف على العناصر "أ" وتحديد طبيعتها الكيميائية:
    - تمثل العناصر "أ" مستقبلات قنوية للأستيل كولين.
    - ذات طبيعة بروتينية.
  - 2 - تفسير النتائج المحصل عليها على مستوى (ج2): شغلت جزيئات  $\alpha$  بنغاروتوكسين المواقع الخاصة بتثبيت الأستيل كولين وبالتالي منعت هذا الأخير من توليد استجابة في العصبون بعد مشبكي.
  - 3 - استنتاج طريقة تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك: يؤثر الأستيل كولين على مستوى الغشاء بعد مشبكي، حيث يتثبت على مستقبلات قنوية نوعية مرتبطة بالكيمياء مؤديا إلى فتح القنوات، مما يسمح بتدفق داخلي لشوارد  $Na^+$ .
- III - آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك:
    - 1 - وصول موجة زوال الاستقطاب.
    - 2 - فتح القنوات المرتبطة بالفولطية لـ  $Ca^{2+}$  الموجودة في نهاية العصبون قبل المشبكي حيث تنتقل  $Ca^{2+}$  إلى داخل الزر.
    - 3 - حدوث هجرة داخلية للحويصلات المشبكية.
    - 4 - تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي.
    - 5 - تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات القنوية الموجودة في الغشاء بعد المشبكي.
    - 6 - توليد كمن عمل في العصبون بعد المشبكي.
    - 7 - تفكيك المبلغ العصبي.
    - 8 - عودة امتصاص نواتج التفكيك. الرسم التخطيطي: (راجع إجابة التمرين 12)



I - 1 - التسجيل أ : كمون راحة.

س : قنوات تسرب لـ  $K^+$

ع : قنوات تسرب لـ  $Na^+$

ج : مضخة  $K^+ / Na^+$

2 - مصدر كمون الراحة : - ثبات التوزع غير المتساوي لـ  $Na^+$  و  $K^+$  بين الوسط الداخلي والخارجي.

- الناقلية الكبيرة لـ  $K^+$  عبر الغشاء كون عدد قنوات  $K^+$  أكثر.

3 - تؤمن مضخة  $Na^+$  ثبات الكمون الغشائي في - 70 mv بطرح  $Na^+$  نحو الخارج عكس تدرج تركيزه والتي

تميل إلى الدخول بالانتشار وحقق شوارد  $K^+$  التي تميل إلى الخروج، باستهلاك طاقة تستمدتها من إمالة ATP.

II - 1 - أ - التسجيل : منحني أحادي الطور لكمون العمل.

أ - ب : زمن الكمون.

ب - ج : زوال وانعكاس الاستقطاب.

ج - د : عودة الاستقطاب.

د - هـ : فرط الاستقطاب.

هـ - و : العودة إلى كمون الراحة.

الاستنتاج: يسبب التنبيه الفعال تغييراً مؤقتاً في الكمون الغشائي يدعى كمون عمل.

ب - المعلومات :

• تغيرات الكمون الغشائي أثناء كمون عمل ناتج عن تدخل قنوات ق1، ق2.

• زوال استقطاب يعود لانفتاح قنوات ق1.

• عودة الاستقطاب تعود لانفتاح قنوات ق2 وانغلاق القنوات ق1.

• فرط في الاستقطاب يعود لتأخر انغلاق قنوات ق2.

ج - خاصية الجزيئات ق1 و ق2:

• تكون مغلقة أثناء كمون الراحة عكس س و ع المفتوحة باستمرار.

• تنفتح أثناء كمون العمل.

• انفتاحها مرتبط بالتنبيه.

• انفتاح قنوات ق1 يكون قبل القنوات ق2...

2 - أ - المعلومات المستخلصة:

• بمقارنة 3 مع 1: التيار الداخلي ناتج عن دخول  $Na^+$  عبر ق1 المفتوحة.

• بمقارنة 3 مع 2: التيار الخارجي ناتج عن خروج  $K^+$  عبر ق2 المفتوحة.

ب - ق1: قناة فولتية لـ  $Na^+$  ، ق2: قناة فولتية لـ  $K^+$

تفسير منحني كمون العمل :

زوال استقطاب : يعود لدخول شوارد  $Na^+$  عبر القناة الفولتية ق1 الخاصة به.

عودة الاستقطاب : يعود لخروج شوارد  $K^+$  عبر القناة الفولتية ق2 الخاصة به.

إفراط في الاستقطاب : يعود لتأخر انغلاق القناة الفولتية لـ  $K^+$ .

I - 1 - الفرضية المقترحة :

- كمون العمل "تغير الكمون الغشائي" ناتج عن ناقلية الغشاء لشوارد  $Na^+$  و  $K^+$

2 - أ - التأثير : - من مقارنة الشكل 1 بالشكل 2، نستخلص أن مادة TDT تمنع دخول شوارد  $Na^+$

- من مقارنة الشكل 1 بالشكل 3، نستخلص أن مادة TEA تمنع خروج شوارد  $K^+$



ب - نعم :

في الحالة الطبيعية : - التنبيه أدى إلى ارتفاع تركيز  $Na^+$  بكميات كبيرة دلالة على تدفق  $Na^+$  نحو الداخل مسببا زوال الاستقطاب.  
- ثم نلاحظ انخفاض تركيز  $K^+$  داخل الليف العصبي دلالة على خروج شوارد  $K^+$  مسببا عودة الاستقطاب.  
ومنه فإن كمون العمل ناتج عن دخول شوارد  $Na^+$  وخروج شوارد  $K^+$

#### 1 - التحليل المنهجي :

- عند تنبيه العصبون (أ): تسجيل زوال الاستقطاب، عدم بلوغه العتبة... كمون بعد مشبكي تنبيه.
- عند تنبيه العصبون (ب) تسجيل زوال الاستقطاب، عدم بلوغه العتبة... كمون بعد مشبكي تنبيه.
- عند تنبيه العصبون (ج) تسجيل فرط الاستقطاب... كمون بعد مشبكي تشبيطي.
- عند تنبيه العصبونين (أ + ب) تسجيل زوال الاستقطاب... بلغ العتبة سمح بتسجيل كمون عمل.
- عند تنبيه العصبونات (أ + ب + ج): تسجيل زوال الاستقطاب، عدم بلوغه العتبة.

#### 2 - الاستنتاج: - المشابك الكيميائية نوعان :

- مشبك منشط / مشبك مثبط.
- لكل مشبك وسيط كيميائي خاص به.

3 - التسجيلات المتوقعة في (ر.إ.م) (4): تعتبر هذه المنطقة، منطقة إدماج، ويتحدد التسجيل في الجهاز (4) المثبت فيها حسب التنبيهات المنجزة حيث يسجل كمون عمل وانتشار السيالة العصبية أو تسجيل كمون راحة وعدم انتشار السيالة العصبية.

#### 4 - تفسير النتائج :

- عند تنبيه (أ + ب) معا يقوم العصبون بدمج وتجميع الكمونات بعد مشبكية تجميعا فضائيا لتسجيل زوال استقطاب بلغ العتبة وسمح بتسجيل كمون عمل وانتشار السيالة العصبية.
- عند تنبيه (أ + ب + ج) فإن محصلة الإدماج هي تسجيل زوال استقطاب دون العتبة، وهذا لا يسمح بتسجيل كمون عمل وعدم انتشار السيالة العصبية.
- 5 - الرسم التخطيطي : (راجع إجابة التمرين 12).

### جاية التمرين 67

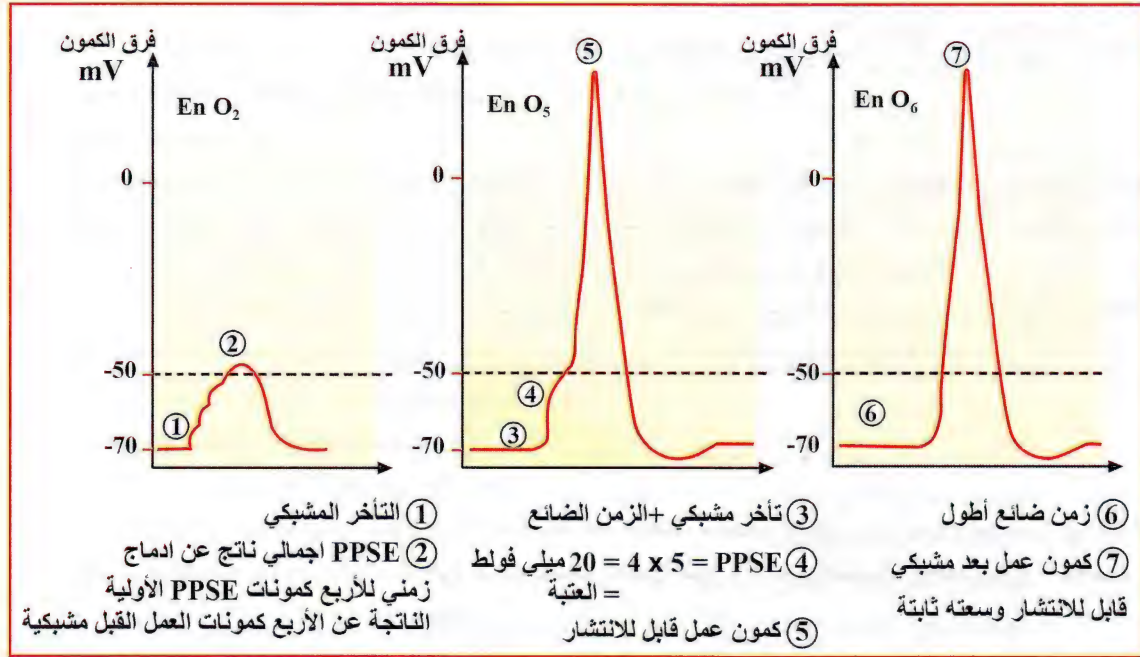
أ - الاستجابات المنتظرة إثر التنبيه SA: إن التنبيه (SA) أدى بعد تأخر مشبكي ضعيف إلى زوال استقطاب سعته (5) ملي فولط على مستوى المخروط المحوري للعصبون M البعد مشبكي هذا الـ PPS الذي قرب الكمون الغشائي من عتبة كمون العمل هو PPSE بين أن:  
إن المشبك A-M قد تم تنشيطه ومنه فإن تنبيه العصبون القبل مشبكي A-M قد تم تنشيطه ومنه فإن تنبيه العصبون القبل مشبكي A كان فعالا إذا المشبك A-M هو مشبك منبه.

فيمكن إذا تسجيل:

- على مستوى O1 كمون عمل قبل مشبكي منتشر.
- على مستوى O2 PPSE سعته أكبر من (5) ملي فولط ولكنها تساوي أو أقل من العتبة.
- هذا الـ PPSE لا يصل إلا إلى قيمة (-65) ملي فولط على مستوى المخروط المحوري.
- الجهاز O6 لا يسجل إلا كمون الراحة لأنه PPSE غير قابل للانتشار.
- ب - إن التنبيه العصبون القبل مشبكي B أدى بعد تأخر مشبكي إلى فرط استقطاب المخروط المحوري M بقيمة (5) ملي فولط. هذا الـ PPS الذي يبعد الكمون الغشائي من العتبة هو PPSI.
- يبين أن المشبك B-M تم تنشيطه إثر تنبيه فعال للعصبون B إذا المشبك B-M مثبط.
- الاستجابات المنتظرة هي :
- على مستوى O3 ن سجل كمون عمل قبل مشبكي.
- على مستوى O4 ن سجل PPSI سعته أكبر بقليل لـ (5) ملي فولط.



2 — استجابات التنبيهات الأربعة للعصبون A: — على مستوى الليف O6 نسجل كمون راحة لأن الـ PPSI لا يمكن تسجيله.



3 — إن تنبيهات العصبونين A و B في آن واحد يؤدي على التوالي إلى PPSE و PPSI بنفس السعة. إن التأثيرات المتعاكسة لهذين الكمونين يلغي بعضهم البعض بالإدماج الفضائي على مستوى المخروط المحوري.

4 — أ — آلية عمل المشبك B-M : إن المشبك B-M يتميز بمبلغ عصبي كيميائي مشبط الذي يمنع انتشار الرسالة العصبية من عصبون لآخر : آلية عمل المشبك المثبط (راجع إجابة التمرين 51).

ب — بوجود المستقبلات الخاصة بالوسيط على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي وليس الغشاء الهيولي للعنصر القبل مشبكي.

ولأن الرسالة العصبية تنتقل من العصبون القبل مشبكي إلى البعد مشبكي من الزوائد الشجرية إلى الجسم الخلوي.

ج — تثبيت المادة المشبلة على مستقبلات المبلغ العصبي لوجود تكامل بنيوي بينهما مما يمنع تثبيت جزيئات المبلغ الطبيعية عليها ← عدم تشكل كمون عمل ← عدم انتقال السيالة العصبية ← حدوث الشلل.

### إجابة التمرين 68

1 — تفسير نتائج التجربة (1): عند تنبيه العصبون (1) نسجل صراخ القط وهذا يدل على الإحساس بالألم كما نلاحظ تناقص عدد الحويصلات المشبكية الحاوية على المادة (P) نتيجة تحريرها في الحيز المشبكي (6) ثم توضعها على المستقبلات البعد مشبكية للعصبون (3) الذي ينقل السيالة العصبية إلى الدماغ ومنه الإحساس بالألم.

تفسير نتائج التجربة (2): عند حقن الأنكيفالين في الحيز المشبكي (7) ثم ننبه العصبون (1) لا نلاحظ صراخ القط دليل على عدم إحساسه بالألم كما نلاحظ عدم إطلاق المادة (P) في الحيز المشبكي أي عدم تنبيه العصبون (3).

2 — تحليل التجربة (3) مع الاستنتاج : نحصل نفس النتائج السابقة وهذا يدل على نهاية العصبون (2) تحمل حويصلات حاوية على الأنكيفالين.

3 — الاستنتاج: طرح المادة (P) في الحيز المشبكي (6) يؤدي إلى الإحساس بالألم فهي إذن مسؤولة عن نقل السيالة العصبية إلى العصبون الوارد إلى الدماغ متسببة في الإحساس بالألم.

طرح مادة الأنكيفالين في الحيز المشبكي (7) يؤدي إلى تثبيط طرح المادة (P) فعدم نقل الرسالة إلى الدماغ إذا فهي



مسؤولة عن توقيف الألم.

- 1- بيانات الوثيقة (2): 1- عصبون حسي وارد من الجلد، 2- عصبون صادر من الدماغ، 3- عصبون وارد إلى الدماغ، 4- حوصلات مشبكية بها مادة (P)، 5- حوصلات مشبكية بها مادة الأنكيفالين، 6- مشبك منبه، 7- مشبك مثبط.
- 2- دور عادة المورفين : من التجربة (4) يتبين لنا أن للمورفين نفس تأثير الأنكيفالين.
- 3- نوع المشبك (6) منبه، نوع المشبك (7) مثبط. (راجع إجابة التمرين 13).
- 4- المعلومة المستخرجة من الوثيقة (4): أن بنية المورفين تتكامل بنيويا مع مستقبلات الأنكيفالين، إذن للمورفين نفس بنية الأنكيفالين.
- 5- نعم تؤكد الفرضية أن للمورفين والأنكيفالين نفس البنية الفراغية فيإمكان المورفين التثبيت على مستقبلات الأنكيفالين وتعمل نفس العمل وهو تثبيط طرح المادة (P) المسؤولة عن الألم فيتوقف الألم.

## جبة التمرين 69

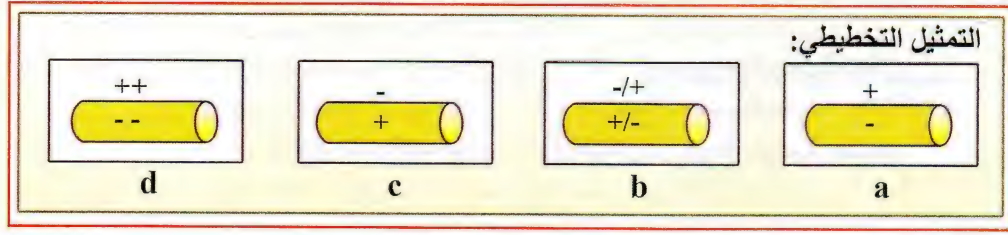
- 1 - دور العضلتين (ع1، ع2) : (ع1) : تمثل العضلة القابضة للساق، أما (ع2) فتمثل العضلة الباسطة له.
- 2 - الاستخلاص : يوجد تناسب طردي بين تردد كمونات العمل وشدة المنبه و(ك1) أقل من العتبة أما (ك2، ك3) فأكبر أو تساوي العتبة.
- 3 - أ - الظاهرة وشروط تسجيلها: كمون الراحة ويتم تسجيله بوضع قطب استقبال على السطح والآخر داخل الليف بدون إحداث تنبيه.
- ب - نوع المشبكين مع التعليل: المشبك (س) منشط لتسجيل كمون عمل بعد مشبكي، أما (ع) فمثبط لتسجيل إفراط في استقطاب.
- ج - الرسم : رسم للمشبك المنشط وآخر للمشبك المثبط مع وضع البيانات على الرسم وإبراز دور القنوات الكيميائية (راجع إجابة التمرين 13).
- د -  $\alpha$  - دور الأسبارتات والـ GABA : الأسبارتات وسيط كيميائي منشط أما الـ GABA فهو وسيط كيميائي مثبط.
- $\beta$  - الفرضية : - الفالبرويك يثبط عمل الأسبارتات بارتباطه بالمستقبلات الغشائية في الغشاء بعد مشبكي (N2).
- البيروكسين يثبط عمل الـ GABA بارتباطه بالمستقبلات الغشائية بعد مشبكي (N3).

II - ما يحدث للعضلة الباسطة : ينتج عن التمدد القوي للعضلة الباسطة، العديد من كمونات العمل الحسية ينقلها الليف (N1) إلى النخاع الشوكي فتترجم إلى كمونات عمل، تنتقل إلى (N2) عن طريق الوسيط الكيميائي الأسبارتات الذي تكون كميته كبيرة نظرا لإدماج مجموعة من تواتر الكمونات العمل (تجميع زماني)، فينتج كمون غشائي قيمته أكبر من العتبة على مستوى (N2) عند وصوله للعضلة الباسطة (ع1) تستجيب بالتقلص رافعة الساق إلى الأعلى.

## إجابة التمرين 70

- 1 - أ - تحليل المنحنى (أ): (1-2): زوال ثم انعكاس الاستقطاب.
- (2-3): عودة الاستقطاب.
- (3-4): فرط الاستقطاب.
- (4-5): العودة إلى كمون الراحة.
- ب - الاستنتاج: التنبيه يؤدي إلى تغير الكمون الغشائي ثم العودة إلى الحالة الطبيعية.
- ج - التمثيل التخطيطي :





- د - المقارنة: - في الظروف العادية: يؤدي التنبيه إلى توليد كمون عمل.  
 - في وجود السم: يتولد زوال استقطاب ولا يكون متبوعا بعودة الاستقطاب.  
 - الاستنتاج: السم يمنع حدوث عودة الاستقطاب.  
 هـ - الفرضية: السم يؤثر على قنوات  $K^+$  فيمنع انفتاحها فلا يتدفق  $K^+$  إلى الوسط الخارجي فلا تحدث عودة الاستقطاب.
- 2 - أ - قيمة الكمون المفروض = +70mv  
 ب - تحديد العلاقة: يتزامن التيار الداخلي مع زوال الاستقطاب ويتزامن التيار الخارجي مع عودة الاستقطاب.  
 ج - لا يتوافق.
- التعليل: منحني التيار الخارجي في حالة وجود السم يتطابق مع منحني التيار الخارجي في الظروف العادية (1500 و.إ) في حين سعة التيار الداخلي تقدر بـ (6000 و.إ) 41 أضعاف مقارنة بالحالة الطبيعية.
- 3 - أ - القنوات المستعملة: قنوات  $Na^+$  الفولطية.  
 التعليل: تسجيل تغير في التيار الداخلي فقط عن الظروف العادية.  
 ب - المقارنة: عند تطبيق الكمون المفروض:  
 - في الظروف العادية تنفتح القنوات الفولطية لـ  $Na^+$  لفترة قصيرة أقل من 1 ms فيتولد تيار داخلي ثم تنغلق هذه القنوات.  
 - في وجود السم: تبقى هذه القنوات مفتوحة لمدة زمنية أطول.  
 - الاستنتاج: السم يعمل على إبقاء القنوات الفولطية لـ  $Na^+$  مفتوحة لمدة أطول ولا يؤثر على قنوات  $K^+$   
 ج - آلية تأثير السم:  
 - السم يؤثر نوعيا على قنوات  $Na^+$  الفولطية.  
 - عند توضع على القنوات يعمل على إبقائها مفتوحة.  
 - إطالة مدة الانفتاح يمنع حدوث عودة الاستقطاب.  
 - يكون الليف العصبي في هذه الحالة غير قابل للتنبيه.

## إجابة التمرين 71

- 1 - أ - تسمية المنحنى: كمون عمل  
 ب - الإشكالية: كيف تنتشر السيالة العصبية عبر الفراغ المشبكي من النهاية العصبية إلى الخلية بعد المشبكية؟  
 ج - الإشكالية: لماذا لا يحدث ميز لكل من  $Na^+$  و  $K^+$ ؟
- 2 - أ - التحليل: قبل تطبيق الكمون المفروض: لا يوجد أي تيار أيوني يجتاز غشاء الليف العصبي ..  
 بعد تطبيق الكمون المفروض: فميز تعقب ظهور تيارين:  
 - تيار داخلي: قيمته 1mA/cm2 - مدته 1.5 ملي ثا.  
 - تيار خارجي: قيمته 1mA/cm2 + مدته 3.5 ميلي ثا.
- ب - المقارنة:
- 2 مع 1: عند حقن التترودوكسين لا يظهر التيار الداخلي: ← التيار الداخلي من مسؤولية حركة شوارد  $Na^+$   
 3 مع 1: عند حقن TEA لا يظهر التيار الخارجي: ← التيار الخارجي من مسؤولية حركة شوارد  $K^+$   
 ج - 1: التسمية: لأنها تعمل عند تغيير كمونات الغشاء (عند إحداث التنبيه).



ج 2: المسؤولية: التيار الداخلي: يسبب زوال الاستقطاب وانعكاسه.

التيار الخارجي: يسبب عودة الاستقطاب وفراط الاستقطاب.

د - كمون الراحة : سببه التوزيع غير المتعادل لشوارد  $Na^+$  و  $K^+$  على جانبي غشاء الليف العصبي...  
التعليل: لأنه عند التنبيه: حدثت حركة شوارد  $Na^+$  إلى الداخل و  $K^+$  الخارج فاختفى كمون الراحة وظهر كمون العمل.

## 72 إجابة التمرين

I - 1 - تحليل النتائج الممثلة في الشكلين "أ" "ب" من الوثيقة 2:

- الشكل "أ": عند تنبيه العصبون ع1 يستجيب العصبون ع3 بكمونات عمل ذات سعات كبيرة.
- الشكل "ب": عند تنبيه العصبون ع1 وفي وجود المورفين يستجيب العصبون ع3 بكمونات عمل ذات سعات صغيرة.

2 - الاستخلاص : يقلل المورفين من الإحساس بالألم نتيجة تخفيض استجابة العصبون الناقل للألم.

3 - الفرضية المقدمة لتفسير طريقة تأثير المورفين: يؤثر المورفين على مستوى المشبك م2 بتعطيل عمل العصبون ع1.

II - 1 - تفسير النتائج التجريبية :

• في الحالة الأولى: تسبب تنبيه العصبون ع1 في إفراز المادة P في المشبك م1 التي نتج عنها توليد رسالة عصبية في العصبون ع3 مؤدية إلى الإحساس بالألم.

• في الحالة الثانية: تسبب تنبيه كل من العصبون ع1 والعصبون ع2 في إفراز مادة الأنكيفالين على مستوى المشبك م2 التي نتج عنها تثبيط إفراز المادة P، وبالتالي لم تتولد رسالة عصبية في العصبون ع3، فلم يتم الإحساس بالألم.

2 - تحليل الوثيقة : يلاحظ أن لكل من المورفين والأنكيفالين بنى فراغية مختلفة إلا أنهما يمتلكان أجزاء تثبيت متشابهة على نفس المستقبلات الغشائية.

3 - نعم تسمح بتأكيد الفرضية.

التعليل: يمنع المورفين أو الأنكيفالين إفراز P من العصبون ع1 المسببة للألم، وبالتالي تؤدي إلى التخفيف من الألم.

## 73 إجابة التمرين

I - أ - التحليل : نلاحظ تباين في توزيع الشوارد على جانبي غشاء المحور حيث :

• تركيز شوارد  $Na^+$  خارج المحور أكبر من تركيزه داخل المحور بـ 9 مرات.

• تركيز شوارد  $K^+$  داخل المحور أكبر من تركيزه خارج المحور بـ 20 مرة تقريبا.

ب - الاستنتاج: كمون الراحة (الكمون الغشائي) ناتج عن توزيع غير متساوي لشوارد  $Na^+$  و  $K^+$  على جانبي غشاء المحور.

2 - يعمل التنبيه (الكمون المفروض) على إحداث :

• تيار أيوني داخلي سريع ولفترة قصيرة حوالي 0,5 ملي ثانية.

• تيار أيوني خارجي بطيء يستمر لغاية توقف الكمون المفروض.

• إذن يمكن أن نقول إن كمون العمل ناتج عن حركة سريعة للشوارد كالتالي : تيار داخلي يوافق زوال وانعكاس الاستقطاب وتيار خارجي يوافق عودة الاستقطاب وفراط الاستقطاب.

3 - أ - المقارنة بين التسجيل "أ" و "ب":

في الحالة الأولى (التسجيل "أ") نلاحظ تيارين، تيار أيوني داخلي وآخر خارجي.

بينما في الحالة الثانية (التسجيل "ب") نسجل اختفاء التيار الداخلي في حين يكون التيار الخارجي أسرع



مما هو عليه في الحالة الأولى.

ب - الاستنتاج: التيار الأيوني الداخلي ناتج عن حركة شوارد  $Na^+$ .

4 - المعلومة الإضافية: التيار الخارجي ناتج عن حركة شوارد  $K^+$ .

5 - أ - تم تعويض  $Na^+$  و  $K^+$  بالكولين التي تحمل شحنة موجبة للحفاظ على استقطاب الغشاء.

ب - الظواهر الأيونية: هي دخول شوارد  $Na^+$  وخروج شوارد  $K^+$ .

ج - لا نسجل كمون عمل بل نتحصل على فرط في الاستقطاب لعدم دخول شوارد  $Na^+$  بينما تخرج شوارد  $K^+$  وبالتالي يصبح الوسط الداخلي ذو درجة كهروسلبية كبيرة.

د - نعم نتحصل على كمون عمل عند تعويض  $K^+$  بالكولين.

التوضيح: كون شوارد  $Na^+$  تدخل متسببة في حدوث انعكاس الاستقطاب "زوال استقطاب" ولكن تكون عودة الاستقطاب بطيئة ولا نسجل فرط في الاستقطاب لعدم خروج شوارد  $K^+$  المسؤولة على ذلك.

## اجابة التمرين 74

1 - التحليل: إن التنبيه الكهربائي للعصبون (1) يولد موجة زوال الاستقطاب تتسبب في تحرير المادة (س) في الحيز المشبكي لتثبت على المستقبلات الغشائية للغشاء بعد المشبكي في المشبك (1 - 3).

2 - إن تنبيه العصبون (2) يؤدي إلى إفراز مادة الـ Enképhalines في الحيز المشبكي (2 - 1) والتي تسبب نقصان تركيز المادة (س) في الحيز المشبكي (1 - 3) بعد تنبيه العصبون (1) متسببة في زوال الإحساس بالألم.

3 - التسجيلين (أ، ب) عبارة عن كمونات عمل مسجلة إثر تنبيهات فعالة للعصبون الحسي حيث:

— قبل حقن مادة المورفين نسجل كمونات عمل ذات ساعات عالية.

— بعد الحقن بالمورفين نسجل كمونات عمل ذات ساعات منخفضة جداً، رغم التنبيهات الفعالة والشديدة.

المورفين يثبط عمل الوسيط الكيميائي (المادة (س)) أي تلعب نفس الدور الذي يعبه الإنكيفالين.

4 - نمط تأثير المورفين مقارنة بالمادة الطبيعية الأنكيفالين.

فالمورفين يثبت ويشغل المستقبلات الغشائية الخاصة بالانكيفالين في مستوى الغشاء بعد المشبكي لأنه لجريئته بنية فراغية مماثلة لجزء من البنية الفراغية للأنكيفالين، مما يؤدي إلى فقدان الإحساس بالألم.

الاستخلاص: تسمح التجارب السابقة باستخلاص ما يلي:

• مصدر الإحساس بالألم هو المادة (س).

• المراقبة الطبيعية للألم يتم بإفراز مادة الانكيفالين.

• المراقبة الطبية للألم تتم عن طريق حقن مادة المورفين.

• تلعب المادة الطبيعية للأنكيفالين أو المادة الاصطناعية المورفين دور مهدئ للإحساسات بالألم.

## اجابة التمرين 75

I - 1 - إسم هذا التفاعل هو: تفاعل بيوري.

الطبيعة الكيميائية لهذه الجزيئات: بروتينية.



ب - للجزء الممثل بالوثيقة (1) بنية رابعة، حيث نلاحظ أنه يتكون من تحت وحدتين لكل منهما بنية ثلاثية مميزة تحتوي كل تحت وحدة ستة بنى ثانوية على شكل حلزون الفاواثنتان على شكل رقائق بيتا مع حدوث انثناء على مستوى مناطق محددة منها وهي مناطق الانعطاف.

ج - تتميز بنية البروتين خاصة الرابعة بتبدل وتغير شكلها حسب شروط الوسط، يتحكم في هذه البنية فرق الكمون بين سطحي الغشاء الذي تحتويه هذه البنية: في حالة الراحة (فرق الكمون  $mV70$  -) يأخذ الجزيء شكلاً لا يسمح بمرور شوارد البوتاسيوم عبره وعند انعكاس الاستقطاب (كمون العمل) يتبدل



شكل المجزيء حيث تبتعد تحت وحدتيه عن بعضها فيسمح بانتقال البوتاسيوم عبره من هيولي الخلية إلى خارج الخلية العصبية.

## II - 1 - التحليل :

الفأر الذي لم يتعرض للحقن بالكوكايين : يبقى تركيز الدوبامين ثابت تقريبا عند القيمة 100 في المخ. الفأر الذي تعرض للحقن بالكوكايين : تتزايد كمية الدوبامين من 100 حيث تتضاعف بعد 40 إلى 50 دقيقة من الحقن ثم تعود بعد ذلك إلى ما كانت عليه بعد أقل من ساعة. المعلومة المستخرجة : ان الكوكايين يزيد من إفراز الدوبامين في المخ.

## 2 - أ - آلية عمل المشبك بالاعتماد على الأرقام :

- 1 - وصول موجة انعكاس الاستقطاب (كمون العمل) الى نهاية الزر المشبكي.
  - 2 - تحريض ( تنشيط ) هجرة الحويصلات المشبكية التي تحتوي على المبلغ الكيميائي (الدوبامين) نحو الغشاء قبل المشبكي .
  - 3 - التحام الحويصلات المشبكية مع الغشاء الهيولي للعنصر القبل المشبكي محررة الدوبامين في الشق المشبكي بظاهرة الإطراح الخلوي.
  - 4 - ينتقل الدوبامين عبر سائل الشق المشبكي حتى يصل إلى الغشاء الهيولي للعنصر البعد المشبكي.
  - 5 - يثبت الدوبامين على المستقبلات الخاصة به على الغشاء بعد المشبكي حيث تتكامل جزيئاته مع المستقبلات مولدة كمون عمل بعد مشبكي.
  - 6 - عدد من جزيئات الدوبامين التي لم ترتبط بالمستقبلات تعود إلى الزر المشبكي عبر قنوات خاصة في الغشاء بعد المشبكي ليعاد استعمالها أي تجميعها في الحويصلات.
  - 7 - بعد تشكل كمون العمل تتحلل جزيئات الدوبامين بانزيمات الى مواد غير فعالة .
- ب - تأثير الكوكايين على النشاط العصبي :

- يؤثر الكوكايين على الخلايا العصبية التي تفرز وسائط كيميائية تعمل على تثبيط إفراز الخلايا العصبية المفرزة للدوبامين.

- حيث تتكامل جزيئات الكوكايين مع المستقبلات الغشائية للخلايا العصبية المثبطة للدوبامين فعند تناول الكوكايين يرتبط على تلك المستقبلات فيشغلها فيمنع تأثير المبلغ الطبيعي عليها فيتوقف نشاط هذا العصبون في تثبيط العصبون الثاني المفرز للدوبامين.

- يزول تثبيط العصبون المفرز للدوبامين فيفرز الدوبامين مما يؤدي إلى الاحساس بالغبطة والمتعة والراحة النفسية.

- يؤدي التعاطي المستمر للكوكايين الى اختفاء عدد من مستقبلات الدوبامين على الخلايا العصبية في نظام المكافأة حيث يؤثر فيصبح الجسم مضطرا الى جرعات اكبر ليحصل على نفس الاحساس فيحدث الإدمان .

## 76 إجابة تمرين

- 1 - أ - عند التنبيه في S1 : سجل كمون عمل في العصبون 1 على مستوى R1 وفرط استقطاب على مستوى RN (كمون تثبيطي) وكمون راحة على مستوى غشاء الليف للمحور الاسطواني للعصبون المحرك .
- عند التنبيه في S2 : سجل كمون عمل في العصبون 2 على مستوى R2 وزوال استقطاب (كمون عمل) ضعيف في غشاء العصبون المحرك وكمون عمل في المحور الاسطواني للعصبون المحرك.
- 2 - طبيعة المشبك F1 تثبيطي لحدوث فرط استقطاب على مستوى RN عند التنبيه في S1.
- 3 - طبيعة المشبك F2 تنبيه لحدوث زوال استقطاب على مستوى RN عند التنبيه في S2.
- 3 - يفسر التسجيل المتحصل عليه في RN خلال التجربة 3 بالجمع الجبري لكموني المثبط والمنشط إثر التنبيه في S1 و S2 في ان واحد فحدث تجميع فضائي .
- يفسر التسجيل المتحصل عليه في RN خلال التجربة 4 بالتجميع الفضائي لنواتج التنبيهين في S1 و S2، نتج



عنه كمون راحة ثم التجميع الزماني لهذا الناتج مع ناتج التنبيه في S2 حيث كان الجمع الجبري اكبر من العتبة فسجل كمون عمل في RN.

**ب - 1 -** من تحليل النتائج التجريبية فإن المشبك F1 يعمل بالـ GABA بينما يعمل المشبك F2 بواسطة الـ Acetylcholine.

2 - يرجع تخصص غشاء العصبون الحركي في نشوء الرسالة بعد المشبكية في نوع البروتينات التي توجد بهذا الغشاء، حيث تحتوي على مواقع ارتباط خاصة بمبلغات مختلفة وترتبط بقنوات شاردية (أيونية) مختلفة.

3 - إن التوزيع الغير متساوي للشوارد في حالة الراحة يجعل الغشاء الهيليولي مستقطب، وعند تثبيت المبلغ الكيميائي على المستقبلات الغشائية الخاصة به يؤدي إلى فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فتسمح في المشبك المثبط بدخول الكلور ففرط الاستقطاب أي عدم انتشار الرسالة العصبية وفي المشبك المنبه بفتح قنوات الصوديوم ودخول هذا الاخير فزوال وانعكاس استقطاب غشاء العصبون المحرك أي انتقال الرسالة العصبية.

**ج -** راجع اجابة التمرين (61).



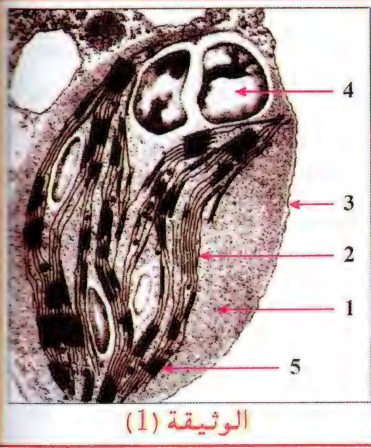
المجال الثاني

تحويل الطاقة



## التمارين

### تمرين 1



الوثيقة (1)

تمثل الوثيقة (1) صورة لعضية تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة مخزنة في العناصر 4.

1 - تعرف على العضية وضع بيانات العناصر المرقمة.

2 - لمعرفة كيف يتم تركيب العنصر 4 تم إنجاز التجارب التالية :

**التجربة 1:** نضع معلق العضيات السابقة في وسط فيزيولوجي خال من

الـ  $O_2$  و  $CO_2$  ويحتوي على كمية كافية من الـ  $ADP$ ،  $NADP^+$  و  $P_i$ .

تعرض للضوء فنلاحظ : - إنطلاق  $O_2$

- ظهور  $H^+$  .  $NADPH$

- ظهور الـ  $H^+$  داخل العناصر 2

- إنتاج الـ  $ATP$ .

أ - فسر النتائج المحصل عليها.

**التجربة 2:** نضع أشنة الكلوريل في

ماء غني بـ  $^{14}CO_2$  ذو كربون مشع،

نعرضها للضوء لمدة ساعة ثم ننقلها إلى

الظلام، نقوم بقياس كمية  $CO_2$  المثبتة

من قبل الأشنة والنتيجة موضحة في

منحنى الوثيقة (2).

ب - حلل المنحنى.

ج - كيف تفسر تغير كمية  $CO_2$

المثبتة في الظلام.

**التجربة 3:** نضع معلق أشنة الكلوريل

في وسط فيزيولوجي غني بـ  $^{14}CO_2$

المشع لمدة وجيزة (الجزء AB من الوثيقة

3) ثم نقيس نسبة الإشعاع في كل من الـ

$TP$ ،  $APG$  والـ  $HP$  والنتائج موضحة في

منحنيات الوثيقة (3).

د - حدد التسلسل الزمني لظهور هذه

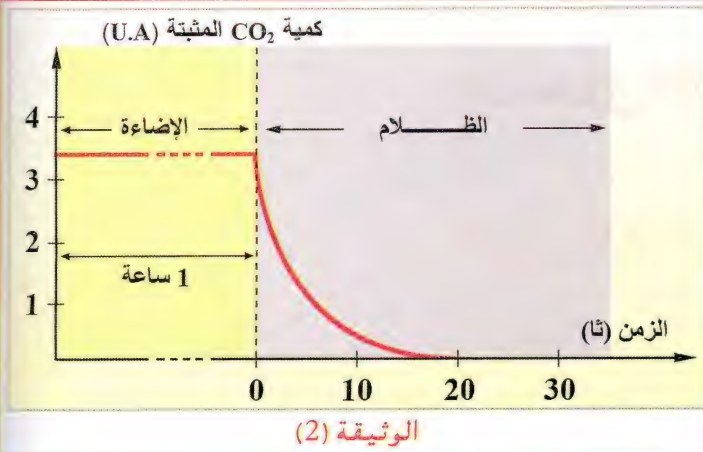
المركبات الثلاث. علل إجابتك.

3 - إعتماذا على ما سبق ومعلوماتك أكتب

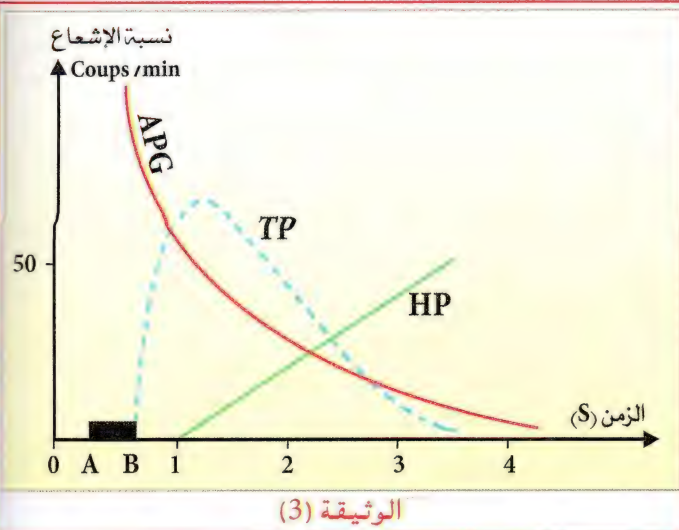
بصورة مبسطة مختلف التفاعلات التي

تمكن من تركيب العنصر 4 من الوثيقة

(1) إنطلاقا من  $CO_2$  المدمج.



الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

### تمرين 2

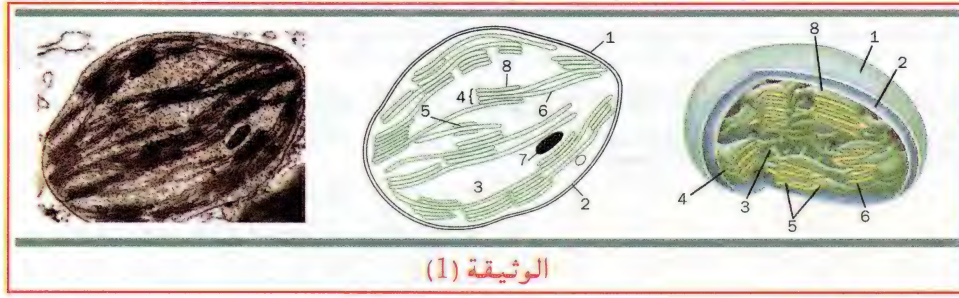
أ - تمثل الوثيقة (1) ما فوق بنية عضية خلوية كما يظهرها المجهر الإلكتروني مع رسم تفسيري ومجسم لها.

تجربتي

بواسطة: جواد

tajribaty.com



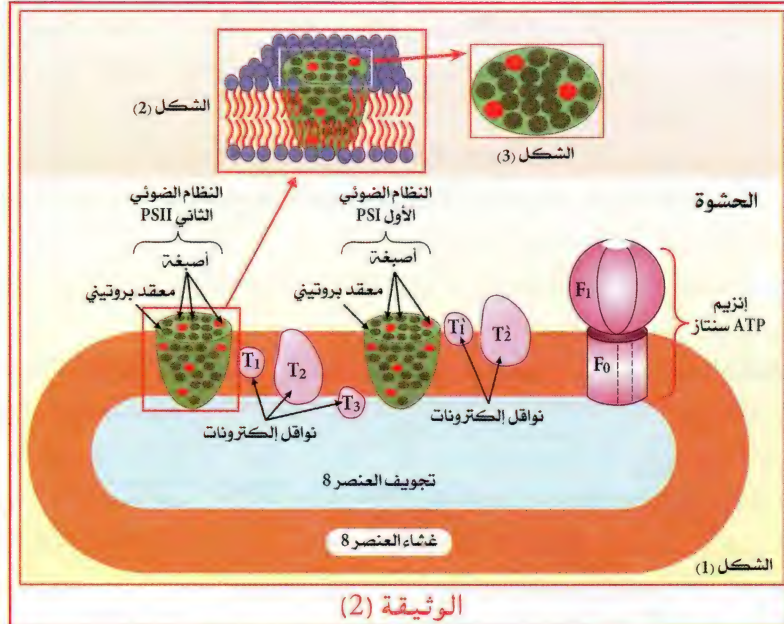


(1) الوثيقة

- 1 - حدد هوية هذه العضية.
  - 2 - ضع البيانات حسب الترتيب المعطى.
  - 3 - إعتماذا على معطيات الوثيقة (1) قدم وصفا دقيقا لمظهر هذه العضية.
  - 4 - للعضية السابقة بنية حجرية (مقسمة إلى حجرات) علل ذلك معتمدا على وصفك السابق.
- ب -** سمح فصل مكونات العضية وإجراء التحليل الكيميائي لكل من العنصر 3 وغشاء العنصر 8 من الحصول على النتائج الموضحة في الجدول التالي :

العنصر	أهم المكونات الكيميائية	العنصر	أهم المكونات الكيميائية
العنصر (8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- أصبغة يخضورية</li> <li>- أصبغة أشباه الجزرين</li> <li>- نواقل الإلكترونات</li> <li>- نوعان من الإنظمة الضوئية (PSI و PSII)</li> <li>- إنزيم سنتاز ATP (الكربة المذنبة)</li> </ul>	العنصر (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مواد أيضية لتركيب الجزيئات العضوية</li> <li>- مرافقات إنزيمية (<math>NADPH</math> و <math>NADP^+</math>)</li> <li>- <math>ATP</math> ، <math>ADP</math> و <math>P_i</math></li> <li>- إنزيمات متنوعة أهمها ريبولوز ثنائي الفوسفور</li> <li>- كربوكسيلاز Rubisco</li> </ul>

- قارن بين مكونات كل من العنصر 3 وغشاء العنصر 8، ماذا تستنتج؟
- ج -** يمثل الشكل (1) من الوثيقة (2) رسم تخطيطي لتموضع مكونات غشاء العنصر 8 بينما يمثل الشكل (2) من نفس الوثيقة رسما تخطيطيا لمقطع في غشاء العنصر 8 اما الشكل 3 فيمثل رسم تخطيطي مبسط لنظام ضوئي.



(2) الوثيقة

- 1 - إعتماذا على رسومات الشكلين (1 و 2) من الوثيقة (2) قدم وصفا لكيفية توزيع مكونات غشاء العنصر 8.
- 2 - إن توزيع جزيئات اليخضور يكون على شكل أنظمة ضوئية، حدد بنية النظام الضوئي بالإستعانة بأشكال الوثيقة (2).



### تمرين 3

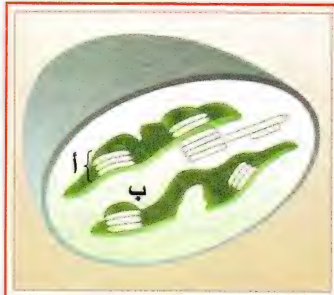
لدراسة الآليات الطاقوية المؤدية إلى تركيب الـ ATP في مستوى الصانعات الخضراء تجري التجارب التالية :

**أ - التجربة 1:** نضيف إلى معلق الصانعات الخضراء ماء به أكسجين مشع ( $O_2^{18}$ )، نجد خلال التجربة مستقبل إلكترونات (الناقل المؤكسد) مع العلم أن المادة الأساسية للصانعات تحتوي طبيعياً على الـ ADP و Pi. نتائج التجربة وشروطها مثلة في الوثيقة (1).

1 - حلل المنحنين، ثم حدد التفاعلات التي تتم في الفترة الزمنية المحصورة بين ز1 و ز3.  
2 - إن النشاط الموضح في التجربة هو في الحقيقة عبارة عن مرحلة من مراحل آلية معقدة تحدث على مستوى الصانعات الخضراء. كيف تدعى هذه المرحلة؟ ما هو

مقرها؟

**ب - التجربة 2:** عزلت الصانعات الخضراء ثم عرضت لضوء شديد لمدة كافية في وجود  $CO_2$ ، ثم تمت تجزأتها. زودت المنطقة (ب) من العضية بـ  $CO_2$  الموسوم بـ  $C^{14}$  في وجود أو عدم وجود مكونات أخرى. النتائج يوضحها الجدول التالي:



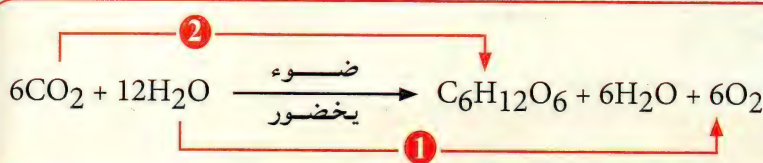
الصانعة الخضراء

المراحل	الشروط التجريبية	$^{14}CO_2$ المثبت في المنطقة (ب) (وحدات افتراضية)
1	المنطقة (ب) في الظلام	4000
2	المنطقة (ب) في الظلام + (أ) في الضوء	96000
3	المنطقة (ب) في الظلام + ATP	43000
4	المنطقة (ب) في الظلام + ناقل مرجع + ATP	97000

1 - ما هي المعلومات التي تستخلصها من توافق نتائج المرحلتين 2 و 4؟  
2 - ان تثبتت  $CO_2$  في المنطقة (ب) ينتج عنه مادة تتلون بالأزرق مع ماء اليود؟ كيف تفسر ذلك؟

### تمرين 4

**I -** إن التفاعلات الكيميائية للتركيب الضوئي يمكن تلخيصها في المعادلة الإجمالية التالية :



1 - إستخلص من المعادلة نوع التفاعل الذي حدث في (1 و 2)؟  
2 - إستنتج من المعادلة إذن طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي؟

3 - إذا علمت أن التفاعل (1) فقط يتطلب ضوء ويخضور ولا يتطلب التفاعل (2) ذلك، حدد إذا البنيات المتدخلة في سيرورة التركيب الضوئي.

4 - إن وظيفة أية عضوية مرتبطة أساساً بتركيبها الكيميائي، هل ينطبق هذا على كل من التلاكويد و الحشوة؟ علل ذلك معتمداً على معلوماتك فيما يخص التركيب الكيميائي لكل منهما.

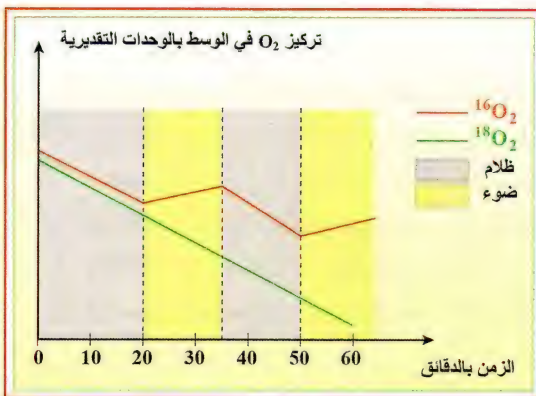


– لتوضيح مراحل حدوث عملية التركيب الضوئي تم تعريض معلق الصانعات الخضراء للضوء في شروط تجريبية مناسبة في غياب  $CO_2$  ف لوحظ انطلاق  $O_2$  لفترة قصيرة ثم يتوقف، عند وضع المعلق السابق في الظلام وإمداده بـ  $CO_2$  لوحظ تثبيت لـ  $CO_2$  وتركيب للسكر لفترة قصيرة، عند وضع المعلق في الضوء بوجود  $CO_2$  يلاحظ انطلاق  $O_2$  وتثبيت  $CO_2$  بصورة مستمرة مراحل التجربة موضحة في الجدول الموالي :

التجربة	الشروط التجريبية	ضوء	النتيجة		
			انطلاق $O_2$	تثبيت $CO_2$	تركيب السكر
1	معلق صانعات خضراء في غياب $CO_2$	+	+	–	–
2	معلق صانعات خضراء (عرضت مسبقا للضوء بغياب $CO_2$ ) يزود بـ $CO_2$ بعد نقلها للظلام	–	–	+	+
3	معلق صانعات خضراء في وجود $CO_2$	+	+	+	+

- 1 – حدد شروط انطلاق  $O_2$  في التجربة (1).
- 2 – التجريبتان 1 و 2 تمثلان مرحلتين متتاليتين من عملية التركيب الضوئي نسميهما مرحلة (أ) ومرحلة (ب).
- 3 – اقترح تسمية لكل مرحلة اعتمادا على شروط حدوثها؟
- 4 – هل يمكن للمرحلة (ب) أن تتم في الضوء؟ علل إجابتك بالاستعانة بالتجريبتين (2 و 3)؟

## تمرين 5



نعم بعض مظاهر التركيب الضوئي تجري التجارب التالية :

**تجربة 1:** نزرع أشنة الكلوريل في وسط تجريبي معدني يزود بخليط من الأكسجين العادي  $O_2^{16}$  والأكسجين المشع  $O_2^{18}$  في الزمن 0 نوقف وصول هذا الخليط إلى الوسط ثم نقوم بمعايرة تركيز  $O_2$  العادي والمشح بالتناوب في الضوء والظلام، الوثيقة المجاورة تمثل النتائج المحصل عليها.

أ – قارن بين تغيرات تركيز كل من  $O_2^{16}$  و  $O_2^{18}$ ، ثم فسرهما.

ب – أكتب المعادلات الإجمالية المعبرة عن التغير الملاحظ.

**تجربة 2:** نضع أشنة الكلوريل في وسط مضيء يحوي  $H_2O^{18}$  ثم نعرضه لتيار الهواء العادي  $O_2^{16}$  و  $CO_2^{16}$  نلاحظ أن  $O_2$  المنطق  $O_2^{18}$ .

أ – ما هو مصدر  $O_2$  المطروح؟ وضع ذلك بمعادلة كيميائية.

ب – حدد مقر هذا التفاعل.

**التجربة 3:** نعزل التيلاكوييدات عن الستروما من الصانعة الخضراء، نترك التيلاكوييدات في الضوء ونضع الستروما في الظلام ثم نزودها بـ  $^{14}CO_2$  والجدول المجاور يوضح النتائج المحصل عليها.

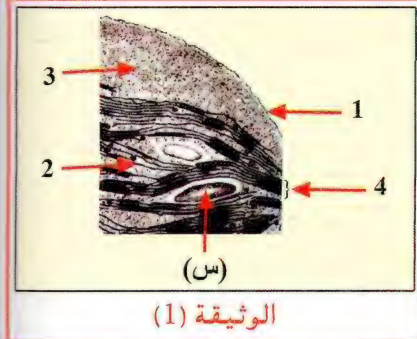
أ – حدد شروط تثبيت  $CO_2$  في الستروما.

ب – إستنتج دور التيلاكوييد.

الستروما (وحدات تقديرية)	المثبت في $CO_2$	الشروط التجريبية
4000	الستروما في الظلام	
96000	الستروما في الظلام + تيلاكوييد في الضوء	
43000	الستروما في الظلام + ATP	
97000	الستروما في الظلام + ناقل مرجع + ATP	



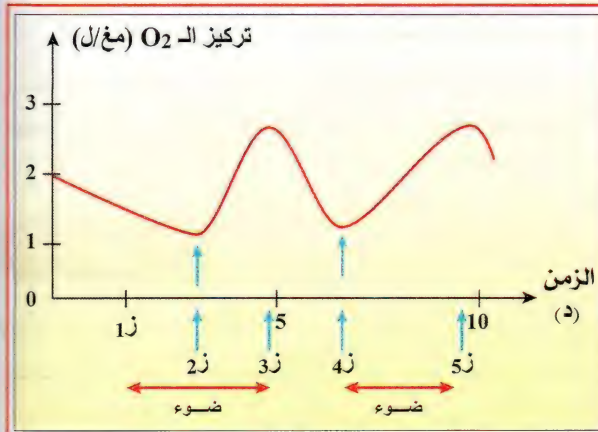
تتطلب النشاطات الحيوية الخلوية صرف طاقة باستمرار، مما جعل الخلية مقرا لعدة تفاعلات كيميائية مرتبطة بتحويل الطاقة وإستعمالها وللتعرف على الآليات البيوكيميائية لهذا النشاط نقترح دراسة على الأشنة الخضراء ألفا تينياتا (Ulva taeniata).



الوثيقة (1)

**I -** أظهرت الدراسة بإستعمال المجهر الإلكتروني التركيب الدقيق للعضيات الخلوية والوثيقة (1) تمثل جزءا من عضية خلوية للأشنة المدروسة.  
1 - تعرف على الوثيقة (1) ثم أكتب بيانات العناصر (1 إلى 4).  
2 - حدد الطبيعة الكيميائية للعنصر (س) الذي يتلون بالأزرق عند معاملته بالماء اليودي.

**II -** لدراسة النشاط الحيوي للعضية الممثل جزء منها في الوثيقة (1) نجري التجربة التالية : نحضر معلقا من العضيات الخلوية المذكورة وبواسطة جهاز تجريبي مدعم بالحاسوب Exao موضوع في الظلام نقوم



الوثيقة (2)

بقياس تركيز غاز الأكسجين في الوسط بدلالة الزمن.  
يعرض المحضر المذكور للضوء في الزمن 1 ز - 3 ز  
ثم في الزمن 4 ز - 5 ز وفي الأزمنة 2 ز ثم 4 ز نحقق في المحضر مادة DPIP وهي مادة مستقبلية للإلكترونات والنتائج الملاحظة على شاشة الحاسوب ممثلة في الوثيقة (2).

1 - حلل النتائج المحصل عليها محدد الشروط الضرورية التي تمكن هذه العضية من طرح الأكسجين.

2 - ما هو مصدر الأكسجين المطروح؟

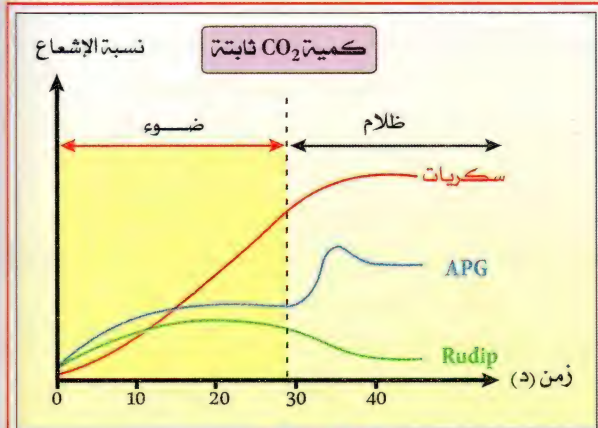
**III -** توضع معلق أشنة الكلوريل في وسط معرض للضوء يحوي  $CO_2$  موسوم بـ  $C^{14}$  لمدة نصف ساعة ثم نعاير الإشعاع في مستوى المركبات APG و Rudip والسكريات في أزمنة مختلفة متتالية في الضوء والظلام. النتائج ممثلة في منحنيات الوثيقة (3).

أ - ماذا تستخلص عن مصير  $CO_2$ ؟

ب - لماذا عرضت الأشنة للضوء لمدة نصف ساعة؟

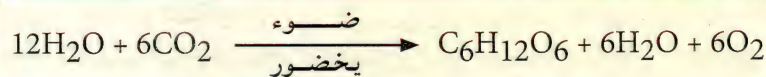
ج - فسر الجزء الأفقي من منحنى السكريات.

د - ما إسم المرحلة التي تمت في هذه التجربة بعد الدقيقة 30؟ وما مفرها؟



الوثيقة (3)

**I -** تمثل المعادلة الكيميائية التالية حوصلة لعملية التركيب الضوئي :





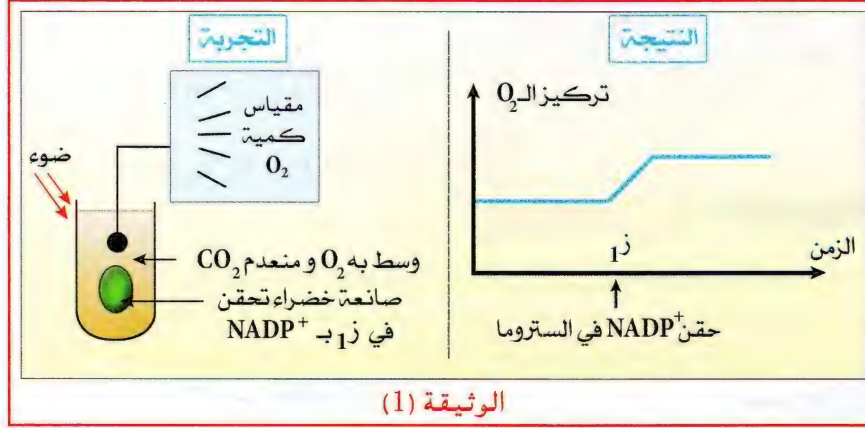
أ - ماذا حدث للطاقة خلال هذا التفاعل؟

ب - ما هو مصدر  $O_2$  المنطق؟ دعم إجابتك بإقتراح تجربة تعلق ذلك.

ج - ما هو المسبب الأول في إنتاج الـ  $O_2$ ؟ أكتب المعادلة المبينة لهذا الإنتاج.

د - ما هي نواتج المرحلة المستلزمة للضوء؟ وماذا حدث فيما يخص الطاقة الضوئية؟

II - لتحديد شروط إنتاج  $O_2$  قمنا بالتجربة المبينة في الوثيقة الموالية :



أ - حلل النتائج ثم كيف تفسرها اعتمادا على معلوماتك.

ب - أكتب المعادلة الكيميائية المعلقة على إستعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية.

## تمرين 8

يحتوي التيلاكويد على أصبغة اليخضور و يحتاج إلى توفر شروط أساسية، و ينتج من عمل التيلاكويد انطلاق  $O_2$ . لتحديد شروط عمل التيلاكويد نستعرض التجارب التالية :



أ - تم تحضير معلق من التيلاكويدات المعزولة في شروط تجريبية مختلفة (ضوء وظلام)، حيث أضيف للوسط الكاشف فيروسيانور البوتاسيوم  $K_3Fe(CN)_2$  بتركيز (0,1 مل) ثم (0,3 مل) الذي يقوم بدور مستقبل إصطناعي للإلكترونات وذلك في فترة الإضاءة، لوحظ بعد حقن فيروسيانور البوتاسيوم تغير لون محلول الوسط من بني محمر (حالة مؤكسدة) إلى أخضر (حالة مرجعة). نتائج التجربة المدعمة بالحاسوب توضحها الوثيقة (1).

1 - حلل منحنى الوثيقة (1) مع توضيح تأثير كمية فيروسيانور البوتاسيوم.

2 - حدد نوع تفاعل المستقبل في هذه التجربة، علل إجابتك.

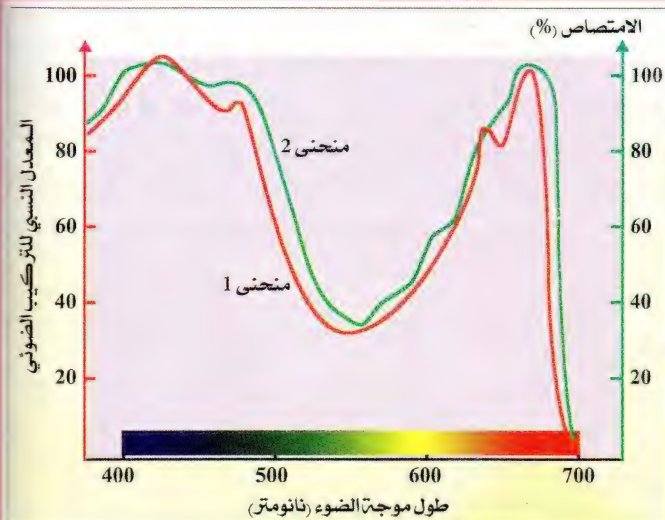
3 - إستخرج شروط انطلاق الأكسجين في هذه التجربة؟

ب - تم تعريض معلق للصانعات الخضراء إلى ضوء بأطوال موجات مختلفة في المجال المرئي (من 380 إلى 700 نانومتر) ويتم قياس كمية الأكسجين المنطلق عن طريق إدخال لاقط  $O_2$  إلى المعلق.

كما يتم في تجربة موازية قياس شدة الإمتصاص لمحلول اليخضور الخام في نفس مجال الضوء المستعمل، نتائج التجريبتين موضحة في منحني الوثيقة (2).

1 - حدد من المنحنى أطوال موجات الضوء الأكثر فعالية؟





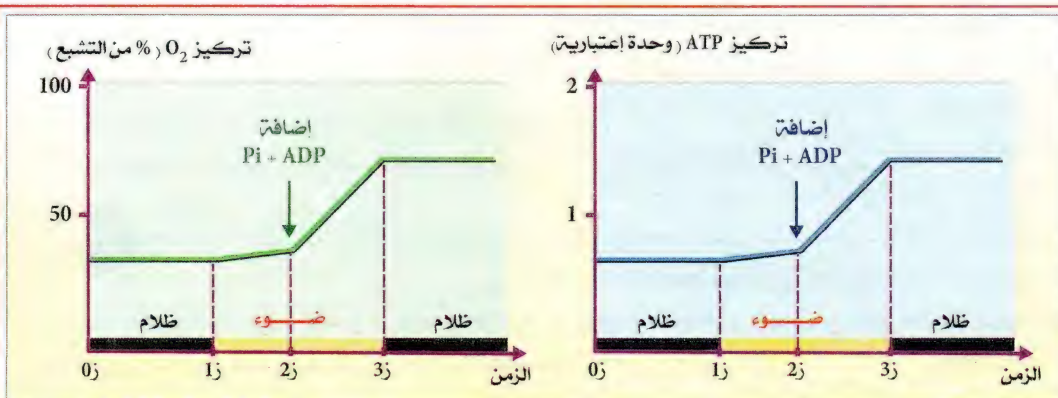
الوثيقة (2)

2 - قارن بين منحنىي الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

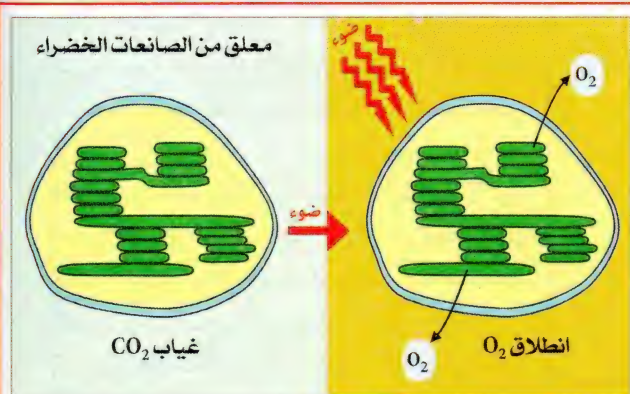
ج - تم قياس تركيز كل من  $O_2$  و ATP في معلق من الصانعات الخضراء في شروط تجريبية مناسبة قبل وبعد حقن مادتي ADP و  $P_i$ . نتائج وشروط التجربة موضحة في منحنىي الوثيقة (3).

1 - قدم تحليلا مقارنا للمنحنين (1 و 2) من الوثيقة (3).

2 - ماذا تستنتج حول تأثير ADP و  $P_i$  على إنطلاق  $O_2$ ؟



الوثيقة (3)



الوثيقة (4)

د - يتم تعريض معلق من الصانعات الخضراء للضوء في غياب  $CO_2$  فيلاحظ أنطلاق  $O_2$  لفترة قصيرة. النتائج موضحة في الوثيقة (4).

1 - ماذا تستنتج فيما يخص دور  $CO_2$  في عمل التياكويد (إنطلاق  $O_2$ )؟

2 - هل وجود  $CO_2$  شرط ضروري لعمل التياكويد؟

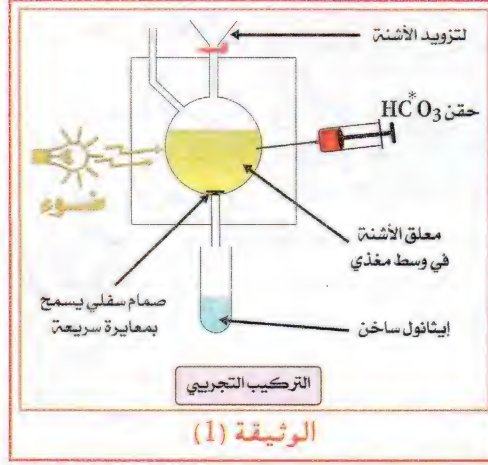
هـ - من خلال النتائج المتوصل إليها سابقا إستخلص شروط عمل التياكويد؟

## تمرين 9

الوثيقة (1) توضح جهاز كالفن الذي إستعمله في أعماله الخاصة بدراسة مصير الكربون في عملية التركيب الضوئي التي أجريت على أشنة الكلوريل.

**التجربة 1:** نضع الأشنة في ماء مغلي مسبقا ومبرد في دورق نعرضها للضوء لمدة (10) دقائق ثم نطفئ الضوء، مباشرة بعد ذلك نقوم بحقن  $CO_2^*$  كربونه مشع، نقوم بأخذ عينات على فترات زمنية معينة ونقيس الإشعاع الكلي للأشنة.





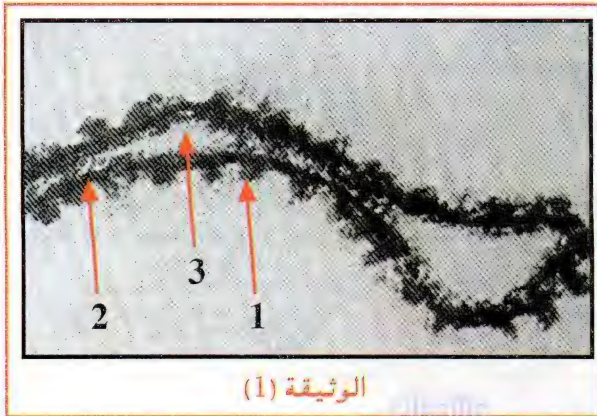
**التجربة 2:** نقوم بتجربة مماثلة للأولى ولكن في (10) دقائق الأولى نضع الأشنة في الظلام. منحنيات الوثيقة (2) توضح النتائج المحصل عليها في التجريبتين 1 و 2.



- أ - قارن بين النتيجتين ووازن بينهما.  
 ب - قارن بين الشروط التجريبية للتجريبتين، لماذا اختلفت النتائج؟  
 ج - اشرح شكل المنحنى الممثل للإشعاع الكلي للأشنة بدلالة الزمن: تطور سريع جدا ثم يصبح المنحنى موازيا لمحور الزمن (التجربة 1).

## تمرين 10

نريد التوصل إلى بعض جوانب آلية عمل إحدى العناصر المهمة المكونة للصناعة الخضراء ومن أجل ذلك قمنا بالدراسة التالية:



I - أ - إن الوثيقة (1) تمثل إحدى هذه العناصر.

1 - سم هذا العنصر.

2 - ضع أسماء البيانات المرقمة.

ب - في شروط تجريبية مناسبة تسمح بإطلاق ( $O_2$ ) وضعت الكلوربلا (أشنة خضراء) في وسطين يحوي كل منهما على 4% من  $CO_2$  ومعرضين للضوء، الوسط الأول يحوي  $CO_2^*$  (ذو أوكسجين مشع) بينما يحتوي الوسط الثاني على  $H_2O^*$  (ذو أوكسجين مشع). النتائج موضحة في الجدول الموالي.



الوسط	الجزيئة الحاملة للإشعاع	الأوكسجين المنطلق
الاول	CO* <sub>2</sub>	غير مشع
الثاني	H <sub>2</sub> O*	مشع

– ما هي النتيجة المتوصل إليها من النتائج التجريبية؟

II – أ – يتم تحضير معلق من العناصر السابقة المعزولة

في شروط تجريبية مختلفة (ضوء وظلام)، حيث أضيف للوسط الكاشف فيروسيانور

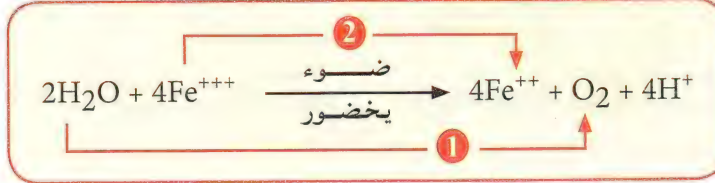
البوتاسيوم K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> بتركيز (0.1 مل) ثم (0.3 مل) الذي يقوم بدور مستقبل إصطناعي للإلكترونات وذلك في فترة الإضاءة.

– لوحظ بعد حقن فيروسيانور البوتاسيوم تغير لون محلول الوسط من بني محمر (حالة مؤكسدة) إلى أخضر (حالة مرجعة). نتائج التجربة المدعمة بالحاسوب يوضحها منحنى الوثيقة (2).

– ماذا تستنتج من ذلك فيما يخص شروط عمل العناصر الممثلة في الوثيقة (1)؟



ب – أمكن تلخيص التفاعلات التي أدت إلى تحول لون المحلول وإنطلاق (O<sub>2</sub>) في التجربة الممثلة نتائجها في المعادلة التالية :



1 – حدد نوع التفاعل الذي حدث في (1 ، 2) ؟

2 – قدم تفسيراً للتفاعل (2).

3 – هل يؤكد التفاعل (1) النتيجة المتوصل إليها في I – ب؟ وضح ذلك؟

4 – مثل التفاعلين (1 و 2) في معادلتين بسيطتين.

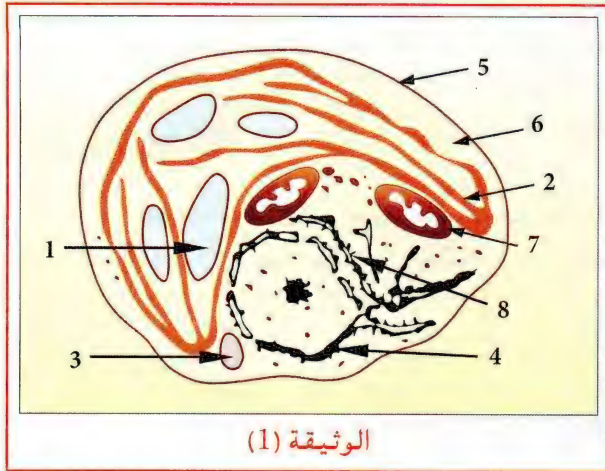
ج – نعرض وعاء زجاجي مخروطي يحوي محلول يخضور خام (تم إستخلاصه سابقاً) لحزمة من الضوء الأبيض وذلك في غرفة مظلمة، فيظهر محلول اليخضور الخام بلون أحمر وتفسير الظاهرة في أشكال الوثيقة (3).

1 – بالإعتماد على نتيجة التجربة والرسم التفسيري فسر ظهور اللون الأحمر على الواجهة التي تسقط عليها الأشعة.

2 – إستنتج مصير الطاقة والإلكترون في هذه التجربة.







توضع طحالب خضراء وحيدة الخلية (الكلوريلات) في وسط مغذي معدني، وتضاء خلال مدة زمنية طويلة فيتم تسجيل امتصاص  $CO_2$  وطرح الأكسجين وزيادة في المادة الجافة، تظهر معاملة هذه الخلايا بكاشف اليود اليودي حبيبات ملونة بالأزرق سمح المجهر الإلكتروني بتحديد موضعها في الخلية كما تبينه الوثيقة (1) وتتمثل في العناصر 1.

1 - تعرف على العناصر المرقمة من الوثيقة .

2 - حدد الطبيعة الكيميائية للحبيبات التي تم إظهارها بمعاملتها بكاشف اليود اليودي.

3 - ما هي الوظيفة الخلوية التي كانت مصدرا لهذه

النتائج التجريبية الملاحظة. وما هي العضية التي تعتبر مقرا لهذه الظاهرة؟ أنجز رسما تخطيطيا لما فوق بنيتها الخلوية، مع وضع البيانات للتراكيب التي تتدخل في آلية الوظيفة.

4 - يوضح الجدول التالي النتائج التجريبية المحققة في وجود الضوء على معلق من هذه العضيات.

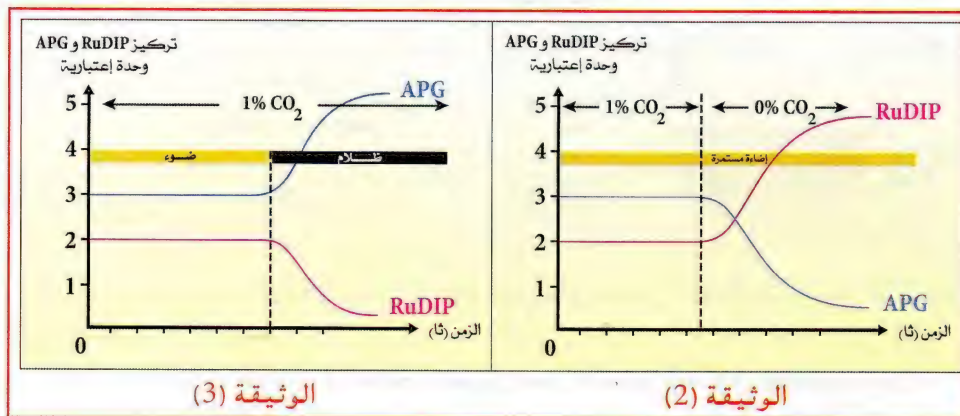
الغاز المطروح	إشعاع الجزيئات المصطنعة	التركيب الكيميائي للموسط
$O_2$ غير مشع	+	$CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $^{14}C$
$O_2$ غير مشع	+	$CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $^{18}O$
$O_2$ مشع	-	$CO_2 + ^{18}O$ موسوم بـ $H_2O$

ماذا تستنتج من هذه النتائج.

5 - لمعرفة شروط تثبيت غاز ( $CO_2$ ) الموسوم بـ  $^{14}C$  في وظيفة عناصر الوثيقة (1) قمنا بقياس تغيرات تركيز مركبين هما :

- حمض الفوسفو غليسريك APG .

- الريبولوز ثنائي الفوسفات RUDIP النتائج المحصل عليها سمحت برسم منحنىي الوثيقتين (2)، (3) حيث أن الوثيقة (2) ثم الحصول عليها في إضاءة مستمرة و الانتقال من وسط غني بـ ( $CO_2$ ) إلى وسط يفتقر له بينما تم الحصول على نتائج الوثيقة (3) في وجود و غياب الضوء وإضافة ( $CO_2$ ) بتركيز 1 %.



أ - حلل وفسر منحنىي الوثيقتين (2) و (3).

• في وجود إضاءة مستمرة ونسبة ثابتة من ( $CO_2$ ) (1%).

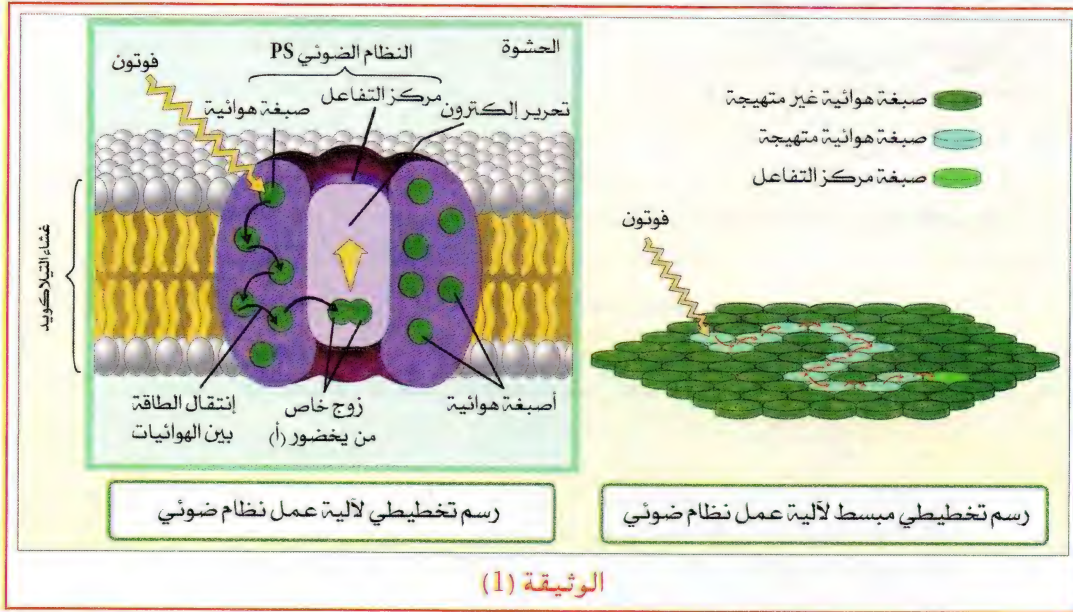


- في وجود إضاءة مستمرة وغياب ( $\text{CO}_2$ ).
- في وجود نسبة ثابتة من  $\text{CO}_2$  (1%) وغياب الضوء.
- ب - بين العلاقة بين المركبين RUDIP و APG بمخطط بسيط.

## تمرين 12

إن الأنظمة الضوئية تتكون من أصبغة مختلفة من أجل التوصل إلى آلية عملها نقوم بما يلي:

أ - الوثيقة رقم (1) توضح آلية عمل أصبغة النظام الضوئي.

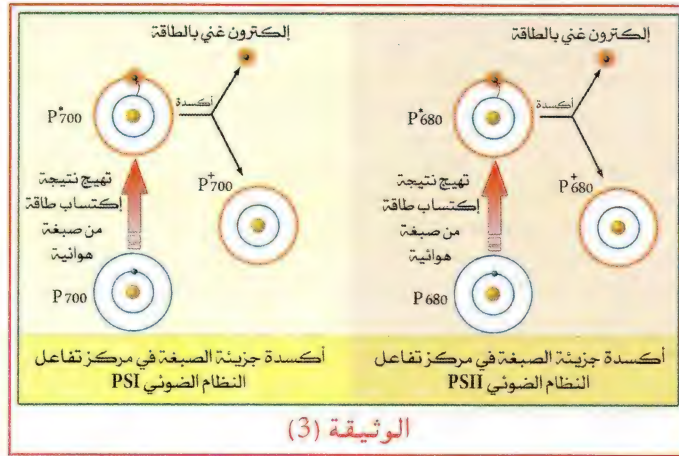


- 1 - ماذا يحدث عند سقوط فوتونات على أصبغة هوائية في النظام الضوئي؟
  - 2 - حدد دور كل من الأصبغة الهوائية وأصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي؟
  - 3 - علل إستعمال تسمية مركز التفاعل لجزيئات من اليخضور في النظام الضوئي؟
- ب - لتوضيح عمل الأنظمة الضوئية نستعرض المعطيات المبينة في الجدول الموالي وفي أشكال الوثيقة (2).

الرمز المستعمل	عدد الجزيئات / نظام ضوئي	نوع الصبغة	التسمية
P1, P2, P3, ..... Pn	عدة مئات	يخضور أ يخضور ب	أصبغة هوائية
	عشرات	أشباه الجزرين (أصبغة مساعدة)	
PSII في P <sub>680</sub> PSI في P <sub>700</sub>	2 فقط	يخضور أ	أصبغة مركز التفاعل

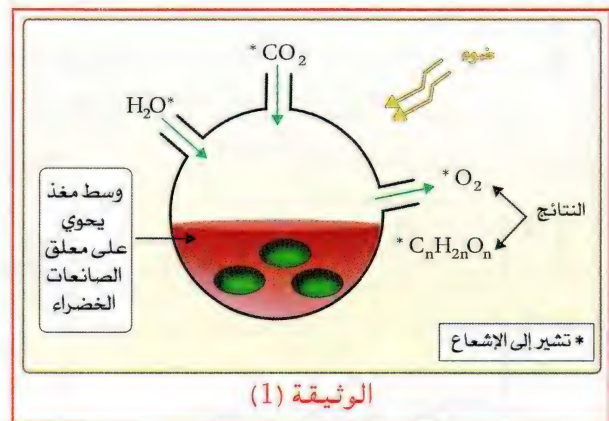
- 1 - حلل معطيات الجدول والوثيقة (2) هذه الأخيرة التي تمثل انتقال الطاقة بين أصبغة النظام الضوئي PS.
  - 2 - ماذا تستخلص؟
- ج - لتوضيح حالة أصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي بعد إكتسابها للطاقة نقدم الوثيقة (3).
- قارن بين انتقال الطاقة في الأصبغة الهوائية (الوثيقة 1) وانتقالها في أصبغة مركز التفاعل (الوثيقة 3).
- د - اعتمادا على معلوماتك وما سبق أكتب تسلسل معادلات السلسلة التركيبية الضوئية.





### تمرين 13

- 1 - تحديد وظيفة الصانعة الخضراء تم إنجاز التجربة الممثلة في الوثيقة (1).  
أ - ماذا تستخلص من النتائج الموضحة في التجربة ؟  
ب - أكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية التي تعبر عما حدث.  
ج - حدد مقر التفاعلات التي أدت إلى ظهور النتائج المشار إليها في التركيب التجريبي.
- 2 - متابعة مصير  $CO_2$  المثبت أثناء مراحل تحويل الطاقة، وضع معلق من الصانعات في وسط حيوي يحتوي على 4 % من  $CO_2$  عادي. وبعد ثنيتين زد الوسط بـ  $(^{14}CO_2)$  المشع، ثم عرض للضوء. سمحت متابعة تطور الإشعاع بالحصول على المنحنيات الممثلة في الوثيقة (2).



- أ - حلل وفسر هذه المنحنيات.
- ب - رتب المركبات الناتجة وفق تسلسلها الزمني.
- ج - إنطلاقاً من معلوماتك والنتائج التجريبية المحصل عليها، هل تسمح هذه النتائج بتحديد الجزيئة العضوية المستقبلية لـ  $CO_2$ ؟ علل إجابتك.

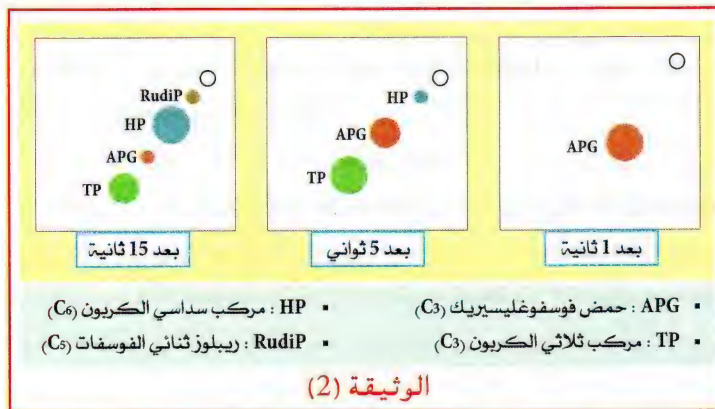


1 — يلخص جدول الوثيقة (1) تجارب أنجزت على مكونات مختلفة لصانعات خضراء والنتائج المتحصل عليها.

رقم التجربة	الشروط التجريبية	النتائج
1	تيلاكوئيد + (Pi + ADP) في وجود الضوء	تشكل ATP
2	مادة أساسية (ستروما) + (Pi + ADP) في وجود الضوء	عدم تشكل ATP
3	تيلاكوئيد + CO <sub>2</sub> ذو كربون مشع في وجود الضوء	عدم إستعمال CO <sub>2</sub>
4	مادة أساسية (ستروما) + CO <sub>2</sub> ذو كربون مشع في وجود الضوء	الإشعاع المقاس = 2000 دقة/دقيقة
5	مادة أساسية (ستروما) + تيلاكوييد + CO <sub>2</sub> ذو كربون مشع في وجود الضوء	الإشعاع المقاس = 96000 دقة/دقيقة

### الوثيقة (1)

2 — ما هي المعلومات التي يمكن إستخراجها فيما يخص آليات التركيب الضوئي؟  
 2 — نزود كلويلا (أشنة خضراء أحادية الخلية) بـ CO<sub>2</sub> ذو كربون مشع ونعرضها للضوء. نوقف التفاعلات الكيميائية خلال أزمنة مختلفة متتالية: (1 ثانية، 5 ثواني، 15 ثانية).  
 نتائج التسجيل الكروماتوغرافي المتبوع بالتصوير الإشعاعي الذاتي نلخصها في الوثيقة (2).



### الوثيقة (2)

أ — حلل النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (2) ماذا تستنتج فيما يخص المركبات المتشكلة؟  
 ب — إعتماذا على هذه الوثيقة إقترح ترتيبا للمركبات المتشكلة حسب التسلسل الزمني.

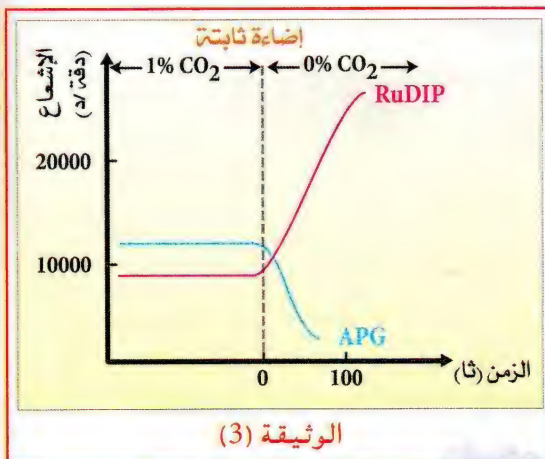
ج — ما هي الفرضيات التي تقدمها فيما يخص مصدر APG؟

د — بينت الدراسة الكمية أنه لكل جزيئة من CO<sub>2</sub> (ذو كربون مشع) المثبتة نتحصل على جزيئين من APG واحدة فقط مشعة. هل تسمح لك هذه النتيجة بتأكيد الفرضيات التي قدمتها؟ علل إجابتك.

هـ — تبين الوثيقة (3) تغيرات تركيز Rudip و APG المقاسة في معلق من الكلوريل في وسط غني بـ CO<sub>2</sub> ذو كربون مشع ثم نقلها إلى وسط فقير به.

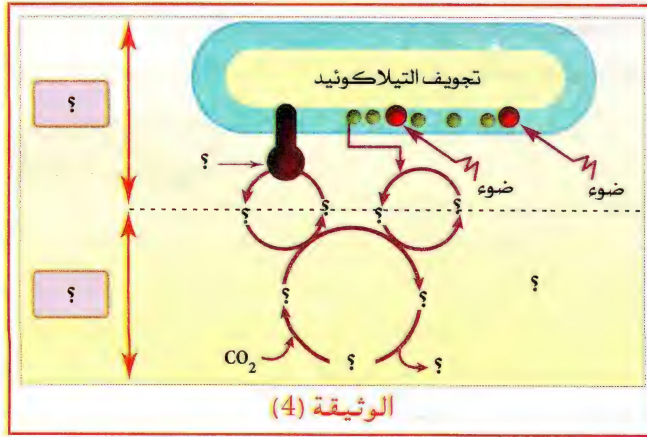
α — ماذا تلاحظ حول تطور المركبين في الوسطين (CO<sub>2</sub> = % 0 ، CO<sub>2</sub> = % 1)

β — فسر تطور المركبين في الوسطين السابقين مبرزا العلاقة بينهما.



### الوثيقة (3)





٧ - لماذا لا يمكن عمليا الحصول على وسط

خالي تماما من  $CO_2$  فلا بد من وجود آثار منها ؟

3 - باستعمال المعلومات السابقة ومعارفك الخاصة

حول عملية التركيب الضوئي، أنقل مخطط

الوثيقة (4) بإتقان وضع المعلومة المناسبة مكان

كل علامة إستفهام.

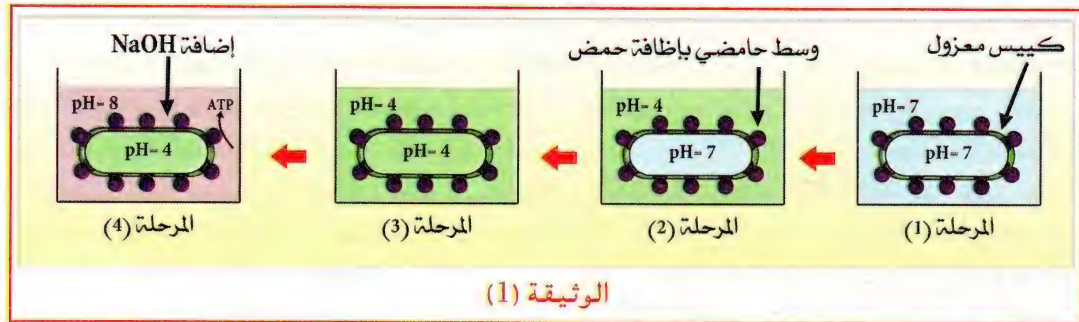
## تمرين 15

إن أكسدة وإرجاع النظامين الضوئيين PSI و PSII يؤديان إلى تكديس الكييسات بالبروتونات، نريد معرفة مصدر ومصير هذه البروتونات.

أ - لتوضيح ذلك نستعرض التجربة التي أجراها الباحث ياغندروف André Jagendorf وذلك إعتقادا على النظرية

الكيمواسموزية للعالم ميتشل Peter Mitchell تم في هذه التجربة وضع كييسات معزولة في الظلام وفي وسط ذو

PH محدد ويحتوي على ADP و  $P_i$ . التركيب التجريبي ومراحل التجربة موضحة في الوثيقة (1).



1 - ماذا يمكن قوله عن PH الوسط و تجويف التيلاكويد في المرحلتين (1 و 2) ؟

2 - قدم تفسيراً شاردياً لإختلاف PH الوسط عن PH تجويف الكييس في المرحلة (2).

3 - علل تغير PH تجويف الكييس في المرحلة (3).

4 - علل إضافة NaOH للوسط في المرحلة (4).

5 -  $\alpha$  - ماهو مصدر البروتونات المكدسة داخل الكييس طبيعياً؟

$\beta$  - إستخرج آلية تركيب الـ ATP إنطلاقاً من ADP و  $P_i$  في المرحلة (4) من التجربة محدداً مصدر الطاقة التي

أدت إلى تشكيل الـ ATP.

$\gamma$  - لخص تفاعل تركيب الـ ATP في

معادلة إجمالية.

6 - إستنتج مما سبق شروط تركيب الـ ATP.

ب - تمثل الوثيقة (2) رسماً تخطيطياً يوضح

مختلف التفاعلات في المرحلة الكيموضوئية.

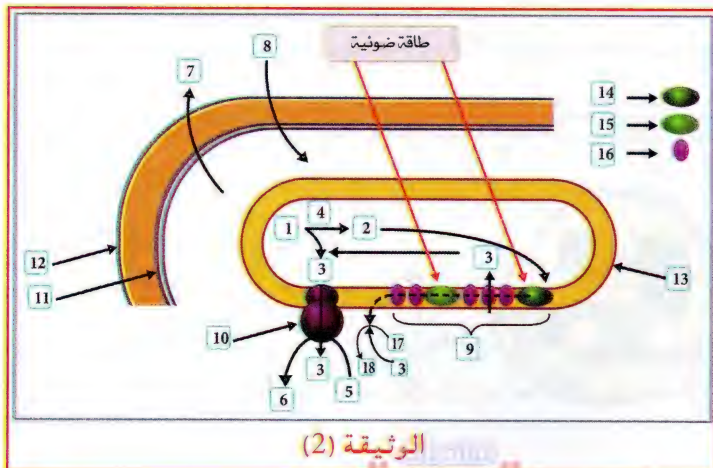
- إنطلاقاً من المعلومات المتوصل إليها

ومعلوماتك:

1 - أكتب بيانات الوثيقة (2).

2 - إستخلص نواتج المرحلة

الكيموضوئية.

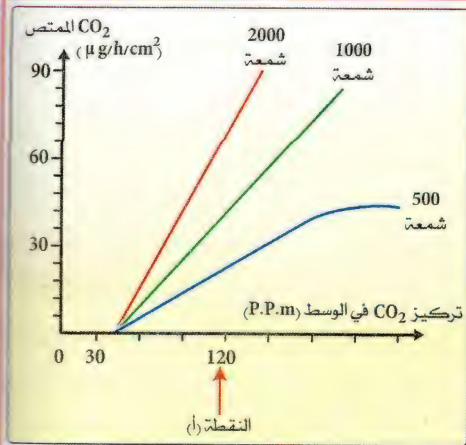




3 - حدد دور العنصرين (14 و 15) في هذه المرحلة.

ج - انجز رسماً تخطيطياً وظيفياً تبين فيه آلية حدوث المرحلة الكيموضوئية من عملية التركيب الضوئي.

## تمرين 16



الوثيقة (1)

أ - بتقنية خاصة تم تحديد كمية  $CO_2$  الممتص من قبل نبات عباد الشمس في ظروف مختلفة، إن الشكل المجاور (الوثيقة 1) يبين الظروف التجريبية والنتائج المحصل عليها، وأن العلاقة بين عدد الشموع المشتعلة وشدة الإضاءة طردية.

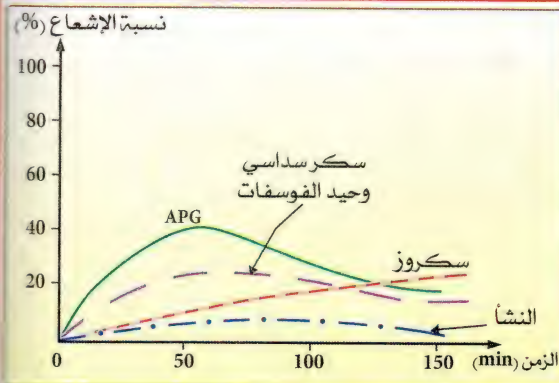
- 1 - قارن بين كميات  $CO_2$  المقتنصة من قبل نبات عباد الشمس في شدات الإضاءة المختلفة في النقطة (أ)، ماذا تستنتج؟
- 2 - صف تغير نسبة  $CO_2$  الممتصة بدلالة تركيزه في الوسط في حالة إستعمال 1000 شمعة مشتعلة؟ بأية ظاهرة حيوية يتعلق الأمر؟

3 - ضع رسماً تخطيطياً لمقرر حدوث هذه الظاهرة على المستوى الخلوي وعليه كافة البيانات.

ب - قصد تحديد مصير  $CO_2$  الممتص، تم إستعمال  $CO_2$  ذو

كربون مشع وبتقنية خاصة تم تحديد نسبة الإشعاع في بعض المركبات العضوية لدى نبات يخضوري والشكل المجاور (الوثيقة 2) يترجم النتائج المحصل عليها.

- 1 - رتب هذه المركبات المتشكلة حسب تسلسلها الزمني.
- 2 - إعتماذا على معطيات الشكل ومعلوماتك حدد العلاقة بين هذه المركبات العضوية إذا علمت بأن أول من يستقبل  $CO_2$  هو Rudip.

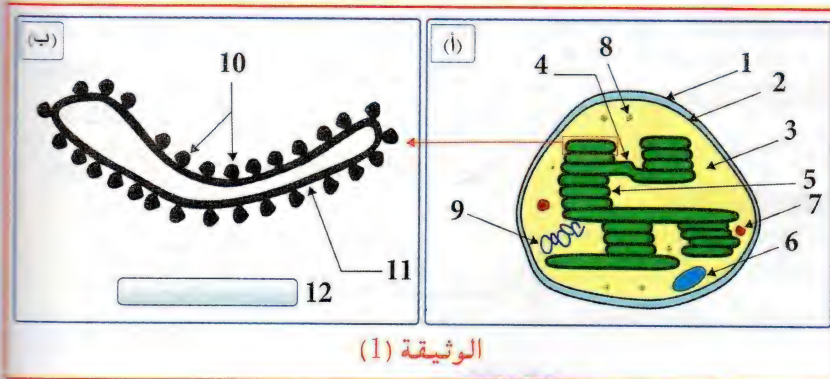


الوثيقة (2)

## تمرين 17

إذا كانت الظواهر الحيوية الطاقوية تشكل أحد الجوانب الهامة في الحياة الخلوية فهي في الواقع تستوجب تواجد بنيات خلوية متكيفة مع الآليات المسيرة لهذه الظواهر. تهدف الدراسة التالية إلى توضيح بعض الجوانب لهذا المفهوم العلمي.

أ - الوثيقة (1) تمثل رسوماً تخطيطية لصورة تحصلنا عليها بالمجهر الإلكتروني وهي تمثل مظاهر بنيوية لوحظت على مستوى عضية جد منتشرة في الخلايا النباتية الخضراء والتي هي مقر آلية تحويل الطاقة.



الوثيقة (1)

- 1 - سم هذه العضية.
- 2 - تعرف على العناصر المرقمة (من 1 إلى 12).

تجربتي

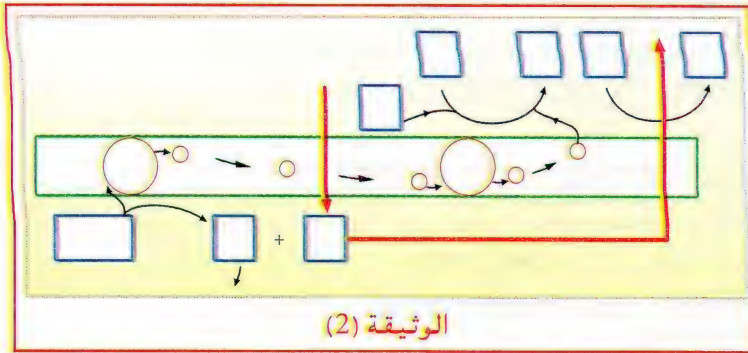
بواسطة: جواد

tajribaty.com

تجربتي



– تلخص الوثيقة (2) نموذجاً بنيوياً تفسيرياً ووظيفياً متعلقاً بآلية تحويل الطاقة التي أشار إليها سابقاً.



يرجع تصميم هذا النموذج التفسيري إلى إنجاز العديد من النشاطات التجريبية المنجزة بإستعمال خلايا نباتية خضراء أو عضيات من النمط الممثل في الوثيقة (1). تشكل التجارب التالية أمثلة مشهورة في هذا السياق.

#### 1 – المثال الأول :

– توضع عضيات من النمط الممثل في الوثيقة (1) في وسط مناسب وذلك في وجود الضوء الأبيض.

– تؤدي إضافة مستقبل الإلكترونات المتمثل في إكسالات البوتاسيوم الحديدي ( $Fe^{+++}$ ) للوسط إلى إنطلاق غاز الأكسجين ( $O_2$ ).

– توقف الإضاءة يكون متبوعاً بتوقف إنطلاق غاز الأكسجين ( $O_2$ ).

أ – فسر هذه النتائج مستعينا بمعادلة كيميائية، ثم وضع ما يحدث في الشروط الفيزيولوجية العادية.

ب – حدد هذه الظاهرة على مستوى النموذج الممثل في الوثيقة (2) وذلك بعد إعادة رسمه على ورقة الإجابة.

#### 2 – المثال الثاني :

– نضع عدة بنيات مماثلة لما هو ممثل في الشكل – ب – للوثيقة (1) في وسط موقفي ذي  $PH = 4$  وفي الظلام يصبح تجويف هذه البنيات بعد مرور فترة زمنية كافية له نفس الـ  $PH$  الوسط.

– نعوض بعد ذلك الوسط الأول بوسط ذي  $PH = 8$  يحتوي على  $ADP$  و  $P_i$  فنسجل تشكل  $ATP$  في الوسط المعرض للظلام.

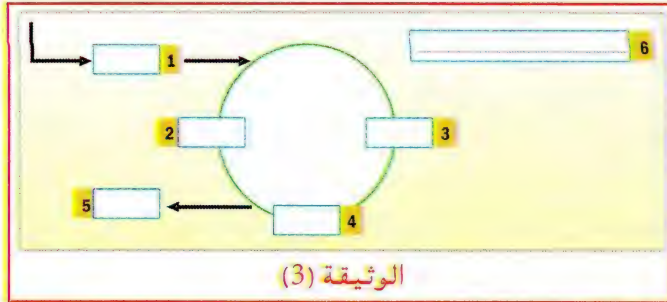
أ – فسر هذه الملاحظة ولخص ما حدث بمعادلة كيميائية.

ب – ماذا يحدث لو وضعت البنيات السابقة خلال تعويض الوسط الأول في الشروط التالية :

• في  $PH = 8$  وبوجود الضوء الأبيض.

• في  $PH = 4$  وبوجود الضوء الأبيض.

ج – هل توجد علاقة بين المعلومات المستخلصة من المثالين؟ علل إجابتك.



– تمثل الوثيقة (3) نموذجاً مبسطاً يلخص ظاهرة مكمل للظاهرة المدروسة في الفقرة السابقة.

أ – أعد رسم هذا النموذج بعناية مع كتابة البيانات المرقمة.

ب – حدد العلاقة الموجودة بين النموذجين المقدمين في هذا الموضوع، ثم مثلها على الرسم المنجز.

– تلخص هذه الظاهرة، بتقديم تعريف للآلية الطاقوية التي كانت محل هذه الدراسة ثم أكتب المعادلة الإجمالية لها.

### تمرين 18

– لتوضيح المراحل الوسطية لظاهرة التركيب الضوئي، نقوم بالتجارب التالية:

**التجربة الأولى :** توضع الصانعات الخضراء المعزولة والمهدمة جزئياً على شكل معلق في محلول مناسب خال من  $CO_2$  ومعرض للضوء.



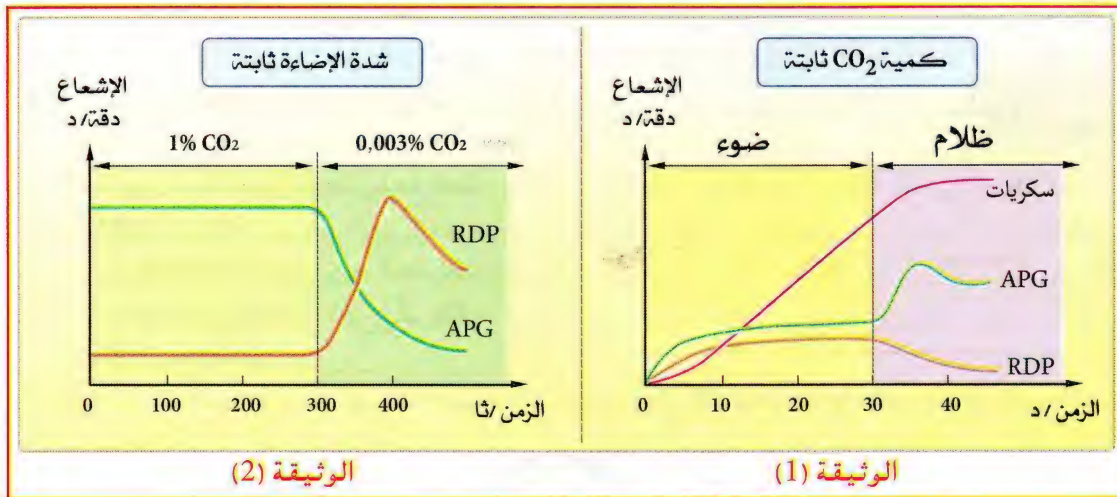
– بمجرد توفير الإضاءة فإنه يلاحظ انطلاق الأكسجين بشرط أن يكون الوسط حاويا على مستقبل للإلكترونات مثل أكسالات البوتاسيوم الحديدي ( $Fe^{3+}$ ) والذي يمكن أن يرجع إلى أكسالات البوتاسيوم ذي حديد ثنائي ( $Fe^{2+}$ ).  
– بمجرد توقف الإضاءة فإنه يلاحظ توقف انطلاق الأكسجين.

### التجربة الثانية :

رقم المرحلة	الشروط التجريبية	النتائج
أ	تيلاكوئيد معزولة موضوعة في الظلام في محلول ذي $PH = 7$ ، بعد التوازن فإن $PH$ الوسط الداخل تيلاكويدي يصبح مساوي أيضا 7. نضيف الـ $ADP$ وحمض الفسفور.	عدم فسفرة $ADP$
ب	تحضن تيلاكوييد لمدة زمنية في وسط ذي $PH = 4$ في الظلام حيث يصبح محتواها بنفس درجة الـ $PH (PH = 4)$ . توضع فيما بعد ودائما في الظلام في وسط تحضين قاعدي ( $PH = 8.5$ ) يحوي $ADP$ و $Pi$ .	فسفرة $ADP$
جـ	تعاد الشروط التجريبية (ب) بإستعمال تيلاكوييد مجرد من الكريات المذبذبة.	عدم فسفرة $ADP$
د	تعاد الشروط التجريبية (ب) بإستعمال تيلاكوييد معرضة للضوء.	فسفرة $ADP$
هـ	تعاد الشروط التجريبية (ب) لكن تضاف مادة الـ $FCCP$ وهي مادة تجعل أغشية التيلاكوييد نفوذة للبروتونات.	توقف عملية فسفرة $ADP$

**التجربة الثالثة :** توضع اشنة الكلوريل في وسط به هواء غني بغاز  $CO_2$  المشع (نسبة  $CO_2$  بقيت ثابتة في الحيز) ثم تضاء لمدة 30 دقيقة بعدها تنقل إلى الظلام. نعاير في فترات منتظمة من الزمن الإشعاع الكلي لبعض المركبات العضوية والنتائج المتحصل عليها مدونة في الوثيقة (1).

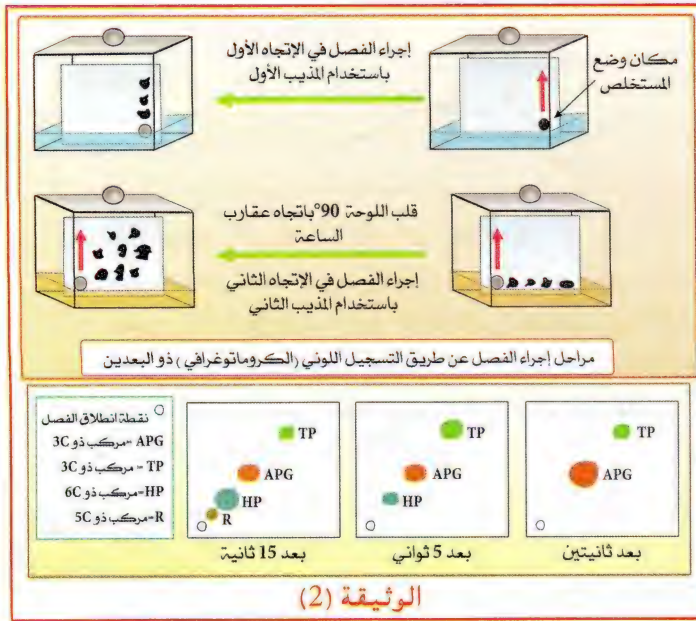
**التجربة الرابعة :** يوضع نبات أخضر معرض للضوء في حيز به 1% من  $CO_2$  عند الزمن  $z = 300$  ثا تغير قيمة  $CO_2$  الوسط المحيط على قيمة تقريبا معدومة. تقاس كمية كل من الـ  $APG$  (حمض الفوسفوغليسريك) والـ  $RDP$  (الريبولوز الثنائي الفوسفات). تبين الوثيقة (2) نتائج التجربة.



- 1 – حلل بالترتيب كلا من هذه التجارب الأربعة.
  - 2 – ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها؟
- II –** وضح برسم تخطيطي العلاقة بين مرحلتي الظاهرة التي سمحت بتركيب السكر انطلاقا من الطاقة الضوئية وغاز  $CO_2$  الممتص.



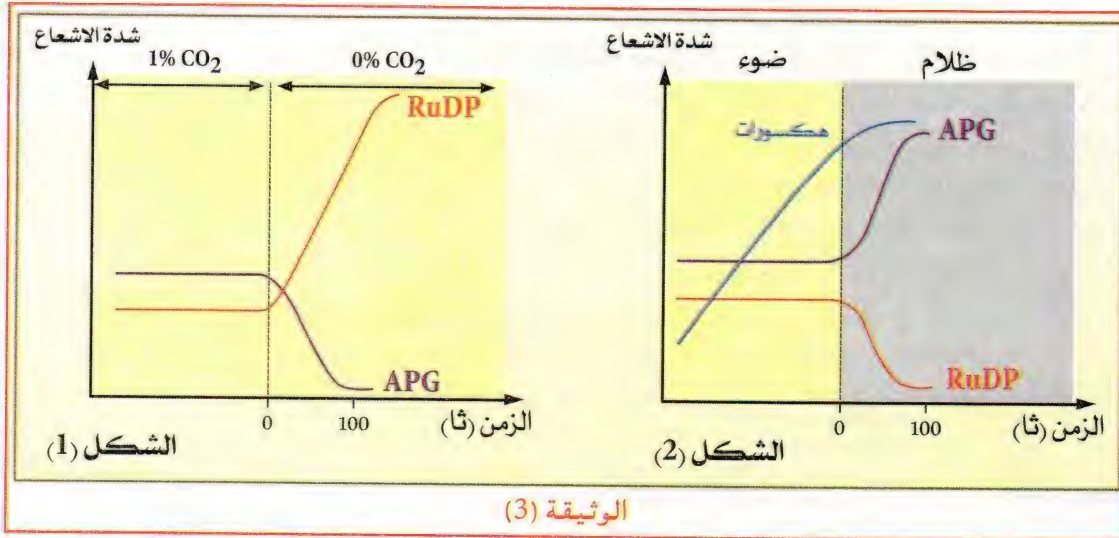
تُصَدِّقُ التعرف على مصير غاز  $CO_2$  المستهلك في عملية التركيب الضوئي، انجزت التجربة الموضحة في التركيب التجريبي (الوثيقة 1)، حيث قام كالفن ومساعدوه بوضع معلق أشنة الكلوريل في وعاء شفاف معرض للضوء يسمح للأشنة القيام بعملية التركيب الضوئي ومزود بـ  $CO_2$  عادي و ذلك تحت شروط ثابتة من الحرارة والضوء. يستعمل مضخة يتم ضخ كميات من المعلق عبر أنبوب نحو وعاء ثاني به ميثانول مغلي، يحقن المعلق بـ  $CO_2$  المشع، يمكن التحكم في مدة تعريض الأشنة لغاز  $CO_2$  المشع في فترات تمتد من ثانية واحدة إلى عدة دقائق. يستعمل تقنية تجمع بين التسجيل ذو البعدين والتصوير الإشعاعي الذاتي يتم التعرف على محتوى مستخلص الأشنة الذي يوضح تثبيت  $CO_2$  المشع ودمجه في مركبات وسطيّة مختلفة ممثلة في تقنية التسجيل اللوني الكروماتوغرافي ذو البعدين الذي نتائجه موضحة في الوثيقة (2).



- 1 - علل الهدف من استعمال  $CO_2$  المشع.
  - 2 - علل الهدف من إستقبال مستخلص الأشنة في ميثانول مغلي.
  - 3 - حدد فائدة استعمال التسجيل الكروماتوغرافي ذو البعدين.
  - 4 - باستعمال نتائج التسجيل حدد أول مركب يظهر فيه الإشعاع بعد إدماج  $CO_2$ .
  - 5 - على ماذا يدل ظهور الإشعاع في مركبات أخرى إذا طالت التجربة؟
  - 6 - باعتبار أن تفاعلات المرحلة الكيمووضوئية تتم على مستوى التيلاكويد وهي تحتاج إلى ضوء بينما دمج  $CO_2$  لا يحتاج إلى ضوء حدد إذن على أي مستوى من الصناعة الخضراء يتم دمج  $CO_2$  (مقر هذه التفاعلات).
  - 7 - إستخلص مما سبق شروط دمج غاز  $CO_2$ .
- ب -** قصد التعرف على تسلسل تفاعلات دمج  $CO_2$ ، تم إجراء تحليل مقارنة للمركبات التي يظهر فيها الإشعاع والتي تعبر عن دمج  $CO_2$ ، مثل (RuDIP، APG و السكريات السداسية) وذلك في شروط تجريبية معينة.
- التجربة الأولى:** وضع معلق لأشنة خضراء أحادية الخلية في الضوء و تم تزويده بـ  $^{14}CO_2$  مشع بتركيز 1%. بعد فترة زمنية (10 دقائق) يحول المعلق إلى وسط خالي من  $CO_2$ ، ثم تقاس شدة الإشعاع في مركبين عضويين هما:
- RuDIP (Rubilose di phosphate) رببيلوز ثنائي الفوسفات: مركب خماسي الكربون يقوم بتثبيت  $CO_2$ .
  - APG (Acide phospho Glycerique) حمض فسفو غلسريك: وهو أول مركب ناتج من تثبيت  $CO_2$ .
- نتائج التجربة موضحة في منحنى الشكل (1) من الوثيقة (3).
- التجربة الثانية:** تم تزويد معلق لأشنة خضراء أحادية الخلية بـ  $^{14}CO_2$  مشع (مع الحفاظ على تركيزه في الوسط ثابتاً خلال مدة التجربة)، يعرض المعلق للضوء لمدة 30 دقيقة ثم يوضع في الظلام، تقاس بعد ذلك شدة الإشعاع



في كل من RuDP و APG وفي السكريات السداسية (الهكسوزات). نتائج التجربة موضحة في منحنيات الشكل (2) من الوثيقة (3).



- 1 - حلل منحنى الشكل (1) من الوثيقة (3).
  - 2 - كيف تفسر ثبات كل من RuDIP ، APG في وجود  $CO_2$  والضوء في الشكل (1).
  - 3 - فسر تزايد شدة الإشعاع في RuDIP وإنخفاضه في APG في الشكل (1) في غياب  $CO_2$ .
  - 4 - علل تناقص كمية الـ RuDIP وتزايد كمية الـ APG في الشكل (2).
  - 5 - ماذا تستخلص حول العلاقة بين APG والـ RuDIP.
- ج - إستنتج أذن شرط تجديد الـ RuDIP.

## تمرين 20



تمثل الوثيقة المقابلة صورة لما فوق بنية الصانعة الخضراء لنبات أخضر.

- 1 - ضع رسماً تخطيطياً للصانعة مع كتابة كافة البيانات.
- 2 - لمعرفة دور الصانعة الخضراء نقترح المعطيات التالية :  
- نقوم بمجموعة من التجارب على معلق الصانعات الخضراء بوجود الضوء، والجدول الموالي يوضح النتائج والمعطيات.  
ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها من هذه التجارب؟

ظهور الإشعاع في :		المعطيات التجريبية
جزينات السكر الناتجة	الـ $O_2$ المطروح	
+	-	معلق الصانعات الخضراء + $CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $^{14}C$
+	-	معلق الصانعات الخضراء + $CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $^{18}O$
-	+	معلق الصانعات الخضراء + $CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $^{18}O$



3- تم توزيع صانعات خضراء في أوساط زرع مختلفة ثم خضعت لظروف تجريبية مختلفة مع البحث في كل مرة عن ظهور أو غياب كل من: ATP، O<sub>2</sub> والنشاء، الجدول الموالي يلخص الظروف التجريبية والنتائج المحصل عليها.

أوساط الزرع	العناصر المضافة لوسط الزرع						النتائج: ظهور الـ	
	الماء	ADP	الضوء	CO <sub>2</sub>	الفوسفات (Pi)	O <sub>2</sub>	ATP	النشاء
وسط الزرع (1)	+	+	+	+	+	نعم	نعم	نعم
وسط الزرع (2)	+	+	-	+	+	لا	لا	لا
وسط الزرع (3)	+	+	+	-	+	نعم	نعم	لا
وسط الزرع (4)	+	-	+	+	+	نعم	لا	لا
وسط الزرع (5)	+	+	+	+	-	نعم	لا	لا

α - اعتمادا على معطيات الجدول أذكر الشروط التي يتطلبها كل من طرح الـ O<sub>2</sub> وإنتاج الـ ATP وتشكل النشاء؟

β - أكتب مختلف التفاعلات التي أدت إلى النتائج المحصل عليها.

γ - حدد على مستوى الصانعة مقر:

• تركيب الـ ATP؟

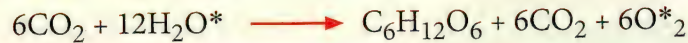
• تركيب النشاء؟

## تقريين 21

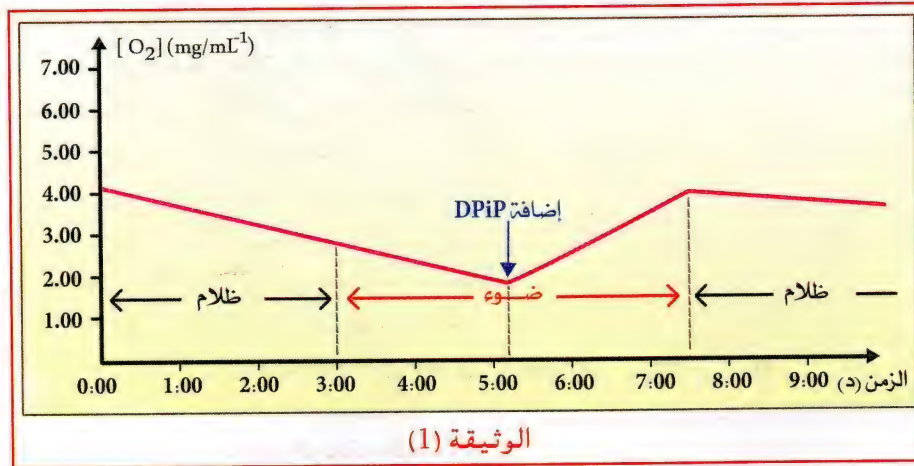
لتحديد شروط حدوث التفاعلات الكيموضوئية و دورها في عملية التركيب الضوئي أنجزنا التجريبتين التاليتين :

### التجربة الأولى :

المرحلة أ: نضع معلق عضيات خلايا نسيج ورقة السبانخ في وسط يحوي H<sub>2</sub>O\* أو كسجين مشع (O<sup>18</sup>) ويعرض المحضر للضوء النتائج ملخصة في المعادلة التالية :



المرحلة ب: نضع المعلق السابق في PH = 6.5 وبفضل تجارب مدعمة بالحاسوب (EXAO) نقيس تطور تركيز (O<sub>2</sub>) في الوسط بدلالة الزمن مع وجود أو غياب الضوء مع إضافة مادة مستقبلة للإلكترونات (DPIP) في اللحظة ز = 5 و 15 ثا. النتائج المحصل عليها موضحة في منحنى الوثيقة (1).



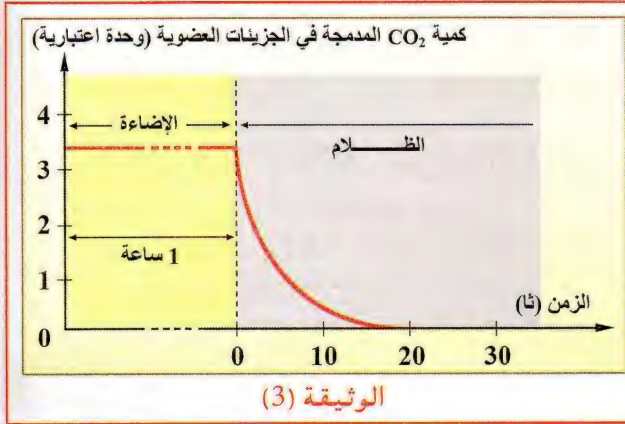


## التجربة الثانية :

المرحلة أ: أجريت على معلق كייسات معزولة من صانعات خضراء خطوات التجربة ونتائجها مسجلة في جدول الوثيقة (2).

الخطوات	مكونات الوسط المحتوي على كייسات معزولة	الشروط	تشكيل الـ ATP
1	محلول به DPIP ولكن خال من ADP + Pi	الضوء	—
2	محلول به DPIP و ADP + Pi	الضوء	+
3	محلول به DPIP و ADP + Pi	الظلام	—
4	محلول به ADP + Pi ولكن خال من DPIP	الضوء	—

### الوثيقة (2)



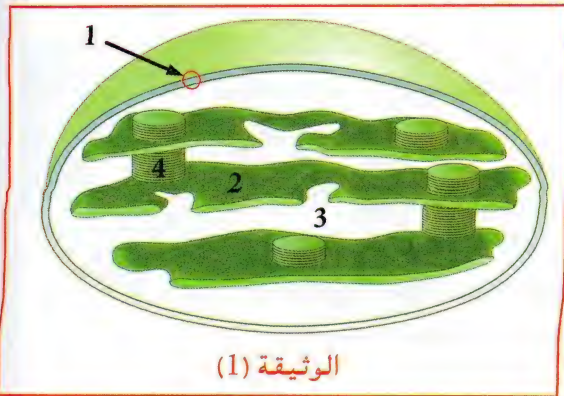
### الوثيقة (3)

المرحلة ب: وضعت طحالب خضراء وحيدة الخلية في وسط غني بـ  $CO_2^*$  به الكربون المشع ( $C^{14}$ ) عرضت لمدة 1 ساعة لحزمة ضوء قوية ثم نقلت إلى الظلام وتم قياس كمية  $CO_2^*$  المدمجة في المادة العضوية للطحالب الأخضر والنتائج مدونة في منحنى الوثيقة (3).

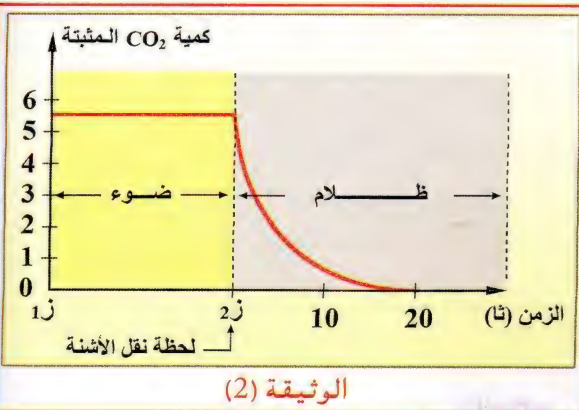
1 - حلل وفسر نتائج مراحل كل تجربة.

2 - استخلص بمخطط بسيط شروط تركيب ودور الجزيئات المركبة في المرحلة الكيموضوئية لعملية التركيب الضوئي.

## تمرين 22



### الوثيقة (1)



### الوثيقة (2)

1 - تمثل الوثيقة (1) رسماً تخطيطياً لصانعة خضراء كما تبدو بالمجهر الإلكتروني.

أ - سم البيانات المرقمة (من 1 إلى 4).

ب - للصانعة دور هام في تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى.

α - حدد هذا التحريل.

β - ماهي الظاهرة البيولوجية التي يتم بموجبها هذا التحويل؟

2 - للتعرف أكثر على وظيفة العضية المثلثة في الوثيقة (1)،

عرضنا أشنة خضراء (الكلوريل) للضوء لمدة 30 دقيقة ثم نقلناها إلى وسط مظلم، وقسنا خلال الـ 20 ثانية التي تلت عملية النقل كمية  $CO_2$  التي ثبتتها الأشنة تحصلنا على النتائج المدونة في الوثيقة (2).

— حلل وفسر منحنى الوثيقة (2). ماذا تستنتج؟

3 - الوثيقة (3) تمثل معايرة كمية كل من مادتي الريبولوز

ثنائي الفوسفات (RuDIP) وحمض الفوسفو

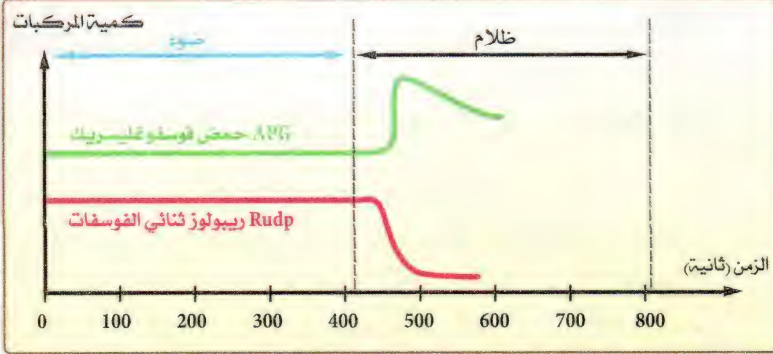
غليسريك (APG) في وجود  $CO_2$  باستعمال الأشنة

الخضراء (الكلوريل) علما ان معايرة المادتين تمت في

الضوء وفي الظلام.

أ - فسر النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (3).

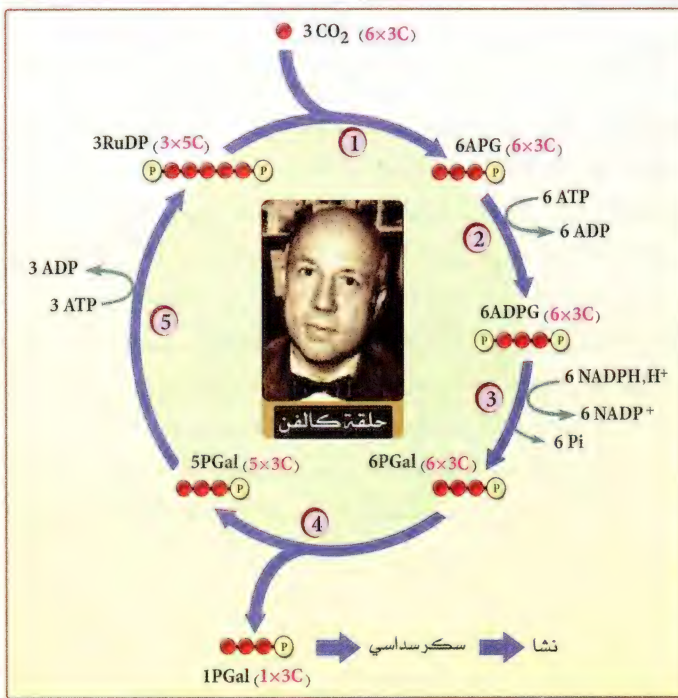




الوثيقة (3)

ب - ماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين المركبين؟  
ج - هل تتفق النتائج السابقة مع دورة كالفن؟ علل إجابتك.

## تمرين 23



الوثيقة (1)

أ - توصلت أعمال كالفن ومساعدوه إلى تحديد تفاعلات تثبيت  $\text{CO}_2$  والمركبات الوسيطة الناتجة في شكل حلقة كالفن نسبة إلى العالم الذي إكتشفها (الوثيقة 1).

1 - حدد نوع التفاعلات التي حدثت في (2، 3 و 5).

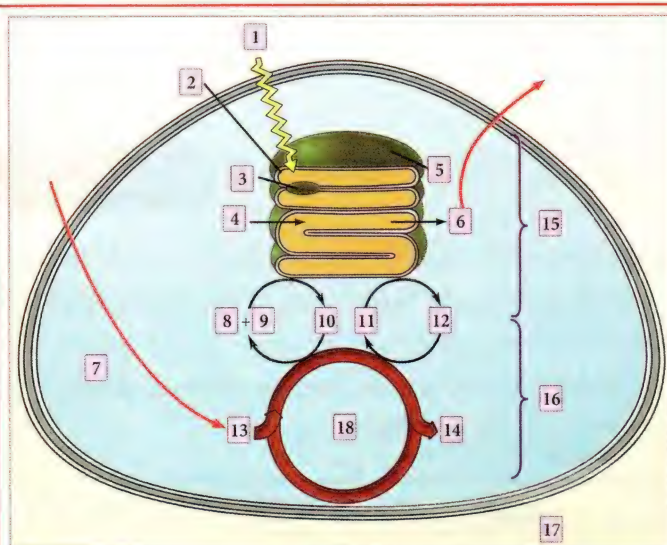
2 - أعد رسم الحلقة وذلك بإستعمال 6 جزيئات من  $\text{CO}_2$ ؟

3 - حدد بعد ذلك عدد جزيئات ATP اللازمة لتكوين جزيئة سكر سداسي وتجديد 6 جزيئات من RuDP؟

ب - تمثل الوثيقة (2) رسماً تخطيطياً يوضح التكامل بين المرحلتين الكيمووضوئية والكيمو حيوية لعملية التركيب الضوئي.

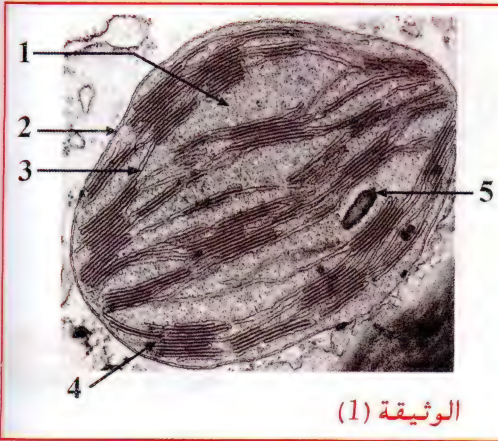
1 - ماذا تمثل الأرقام؟  
2 - هل يتم تثبيت  $\text{CO}_2$  عند توفير ATP و  $\text{NADPH.H}^+$  في الظلام؟ علل إجابتك.

3 - هل لنقص  $\text{CO}_2$  تأثير على إطلاق  $\text{O}_2$  في المرحلة الكيمووضوئية؟ علل إجابتك.



الوثيقة (2)





الوثيقة (1)

عزلنا العضوية (س) من نبات يخضوري والوثيقة (1) تمثل ما فوق بنيتها.

1 - ضع بيانات الوثيقة (1) بعد وضع عنوان للوثيقة.

2 - لتحديد دور العضيات (س) في عملية التركيب الضوئي، حضرنا معلق هذه العضيات ثم وضعناه في وسط خال من  $CO_2$  وانجزنا التجربة التالية : نزود الوسط بـ  $ADP$ ،  $NADP^+$  و  $Pi$  ثم نعرضه للضوء الأبيض نلاحظ طرح الـ  $O_2$  دون تشكيل المادة العضوية.

أ - بإستعمال معلوماتك، أكتب التفاعلات الكيميائية الإجمالية التي تمت داخل العضيات (س) في هذه التجربة.

ب - عند تزويد الوسط بكميات محدودة من الـ  $ADP$ ،  $NADP^+$  و  $Pi$  وتعرضه للضوء الأبيض، نلاحظ أن إطلاق  $O_2$  يتوقف بعد فترة زمنية معينة، وينطلق بعد إضافة  $CO_2$  إلى الوسط.

α - فسر توقف إطلاق الـ  $O_2$  بعد فترة زمنية معينة في هذه التجربة؟

β - وضح كيف أن إضافة  $CO_2$  تؤدي إلى إعادة إطلاق الـ  $O_2$ ؟

ج - لمعرفة كيف يتم تثبيت  $CO_2$  من طرف النبات الأخضر، حضرنا معلق أشنة الكلوريل (وحيدة الخلية تحوي صانعة خضراء كبيرة واحدة) يزود بـ  $CO_2^*$  كاربونه مشع بصورة مستمرة، وبتقنية خاصة تمكنا من تتبع تطور الإشعاع في كل من الـ  $APG$  والهكسوزات (السكريات السداسية) في الضوء والظلام، والوثيقة (2) توضح الظروف التجريبية والنتائج المحصل عليها.

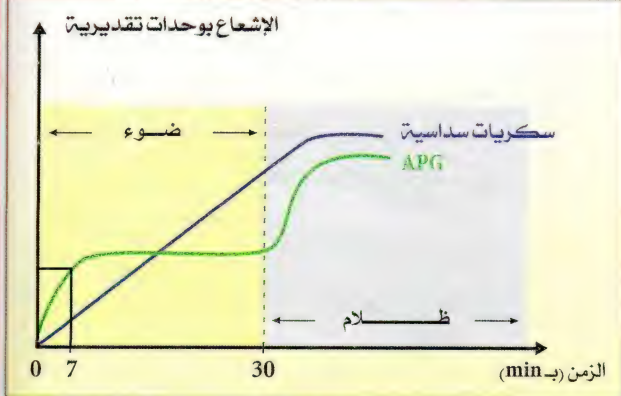
α - بإستعمالك لمعلوماتك، فسر التغيرات التي طرأت على النشاط الإشعاعي لكل من الـ  $APG$  والهكسوزات :

- قبل الزمن 7 د.

- بين 7 د و 30 د.

β - فسر ثبات كل من الـ  $APG$

والهكسوزات بعد الزمن 30 د؟



الوثيقة (2)

للنباتات الخضراء القدرة على صنع المركبات العضوية على مستوى الصانعات الخضراء.

لمعرفة بعض مظاهر إنتاج المادة العضوية على مستوى الصانعات الخضراء نقوم بالتجارب التالية :

1 - التجربة (1): نقوم بزرع بذور الفجل في وسطين متشابهين من حيث الإضاءة والحرارة ومختلفين من حيث نسبة  $CO_2$  في الوسطين. بعد مرور 20 يوم نجفف المحصول ثم نزنه والجدول الموالي يوضح النتائج المحصل عليها.

نسبة $CO_2$ في الهواء (%)	كتلة المادة الجافة المنتجة (غ)
الوسط 1	0,03
الوسط 2	0,0001
الوسط 1	2,48
الوسط 2	0,25



أ - قارن بين كتلة المادة الجافة المنتجة في الوسطين.

ب - ماذا تستنتج من ذلك؟

## 2 - التجربة (2): نضع معلق أشنة

الكلوريل في وسط به  $CO_2$  كربونه مشع نضيئه لمدة ساعة ثم ننقله للظلام، نقوم بقياس سرعة تثبيت  $CO_2$  المشع والنتائج موضحة في منحنى الوثيقة (1).

أ - حلل هذا المنحنى.

ب - ماهي تفاعلات التركيب الضوئي التي حدثت في الفترة الزمنية 0 - 20 ثا؟

ج - ماذا يمكنك إستنتاجه فيما يخص شروط إدماج  $CO_2$  في الأشنة؟

## 3 - التجربة (3): نضع معلق أشنة

الكلوريل في الضوء ثم نقوم بتغيير نسبة  $CO_2$  في الوسط، تمكنا من معايرة تركيز كل من الـ APG والـ Rudip والحصول على منحنيات الوثيقة (2).

أ - قارن بين تغير تركيز كل من الـ APG والـ Rudip عندما تكون نسبة  $CO_2$  في الوسط: 1% ، 0,003%

ب - كيف تفسر هذا الاختلاف؟

## 4 - التجربة (4): نضع أشنة الكلوريل في

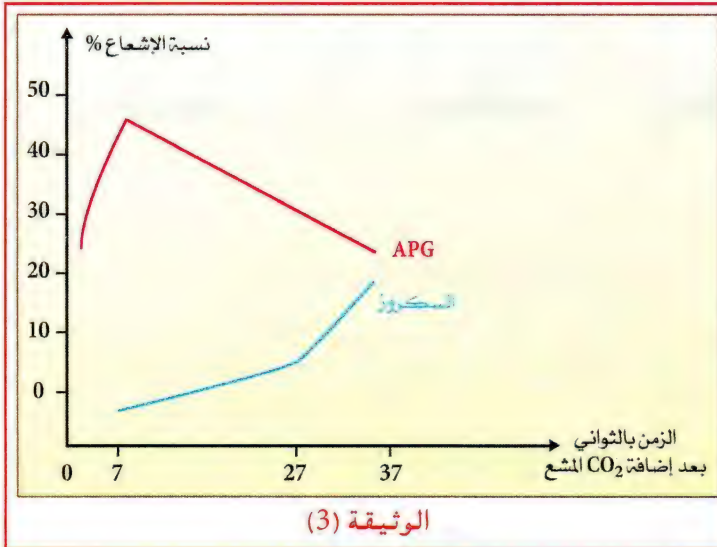
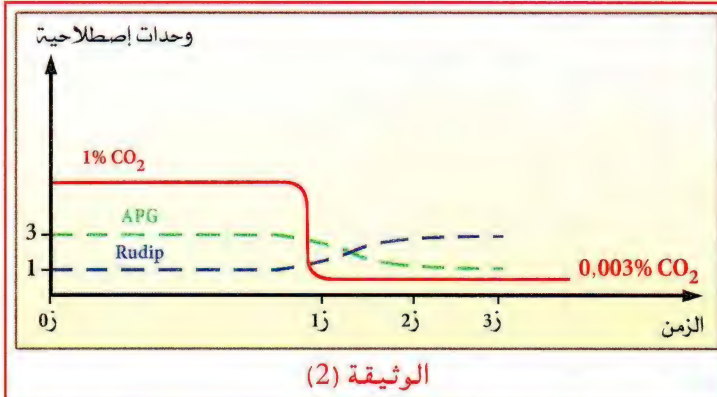
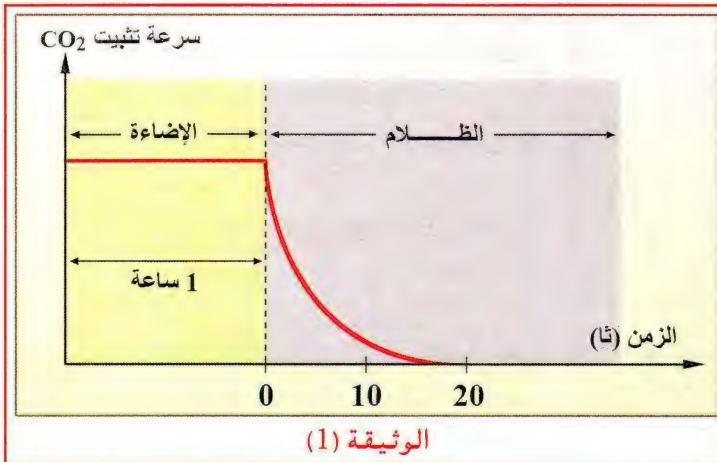
وسط يضاء ويحوي  $CO_2$  ذو كربون مشع، تتبع الإشعاع في بعض المركبات العضوية تمكنا من إنجاز منحنيات الوثيقة 3.

أ - قارن بين تغير نسبة الإشعاع في كل من الـ APG والـ سكروز.

ب - ماذا يمكنك إستنتاجه؟

## 5 - مما سبق واعتمادا على معلوماتك حدد

عدد جزيئات كل من  $CO_2$ ، APG و Rudip اللازمة لتركيب جزيئة واحدة من الغلوكوز، علل إجابتك؟



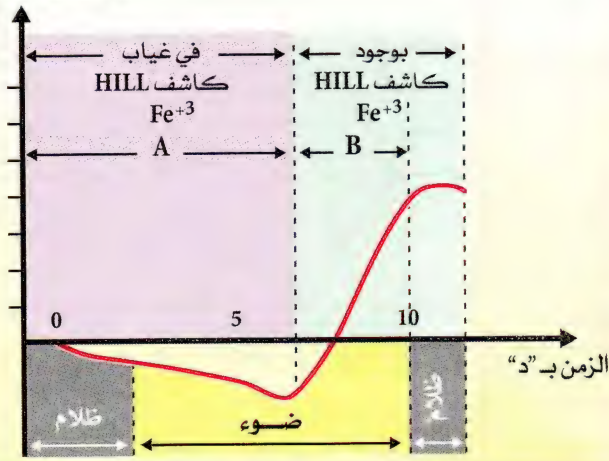
## تمرين 26

بينت الدراسات المختلفة أن التركيب الضوئي يتم في مرحلتين و أن تركيب المادة العضوية يتم خلال المرحلة الكيموحيوية ويحتاج إلى طاقة، والمرحلة الكيموحيوية لا يمكن أن تتم إذا لم تسبقها المرحلة الكيموضوئية.

أ - لإظهار العلاقة بين المرحلتين الكيموحيوية والكيموضوئية نقوم بالتجربة التالية: نقوم بسحق أوراق نبات أخضر ونحصل على معلق الصانعات الخضراء الممزقة ولكنها حية وميتوكوندريات، نضع المعلق في وسط خاص به  $O_2$  في الوسط والوثيقة (1) تبين النتائج المحصل عليها.



### تغير كمية $O_2$



الوثيقة (1)

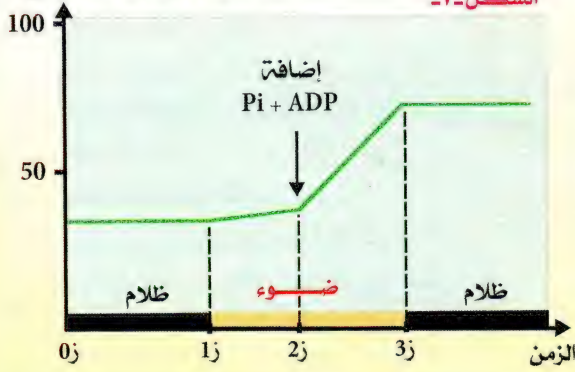
- 1 - إستخرج من الوثيقة شروط طرح  $O_2$ .
- 2 - أكتب التفاعل الذي نتج عنه طرح الـ  $O_2$ .
- 3 - ماهو المستقبل النهائي الطبيعي للالكترونات في الخلية الحية؟

- أكتب معادلة طرح  $O_2$  الآن بوجود هذا المستقبل؟

- 4 -  $\alpha$  - فسر النتائج المسجلة خلال الفترة A؟
- $\beta$  - كيف تفسر قيم الـ  $O_2$  المسجلة خلال المرحلة B؟

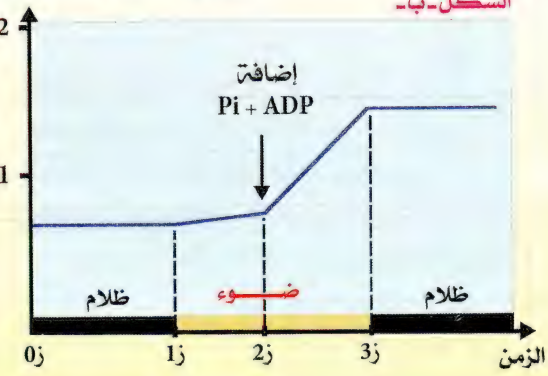
**ب -** بعد وضع الصانعات الخضراء الكاملة والحية في محلول مشبع بالـ  $O_2$  ذو PH ثابت نقوم بقياس تركيز كل من الـ  $O_2$  والـ ATP قبل وبعد إضافة كل من الـ ADP و  $P_i$  وذلك في الضوء والظلام، النتائج المتحصل عليها مسجلة في الشكلين (أ ، ب) من الوثيقة (2).

### تركيز $O_2$ ( % من التشبع)



الشكل - أ -

### تركيز ATP (وحدة اعتباطية)



الشكل - ب -

الوثيقة (2)

- 1 - ماذا تلاحظ بخصوص تطور تركيز كل من الـ  $O_2$  والـ ATP في الوسط؟

- 2 - ماهي شروط طرح الـ  $O_2$  وإنتاج الـ ATP؟ ثم أكتب معادلة تشكيل الـ ATP.

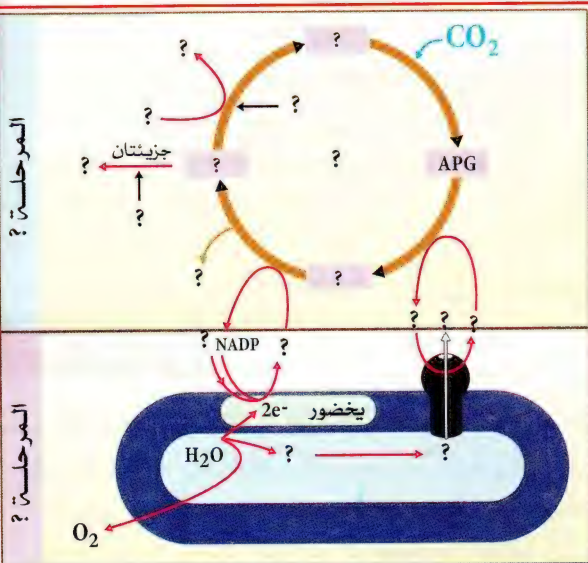
- 3 - بالإستعانة بمعلوماتك وضع العلاقة بين الـ  $O_2$  المطروح والـ ATP المتشكل؟

**ج -** تلخص الوثيقة (3) المجاورة العلاقة بين المرحلة

الكيموضونية والكيموحيوية في التركيب الضوئي :

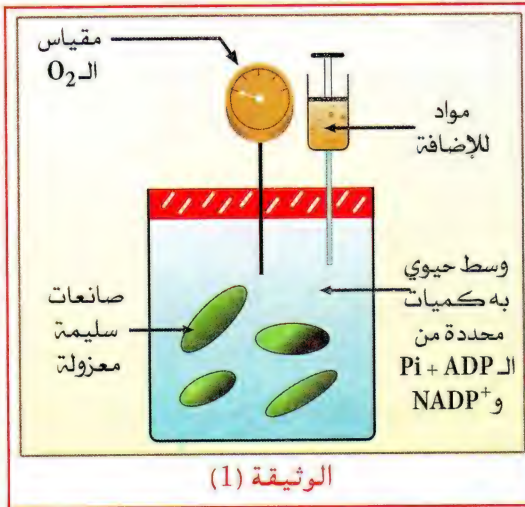
- 1 - أعد رسم الوثيقة (3) وتعويض كل علامة "؟" بما يناسبها.

- 2 - وضع إذن لماذا المرحلتين متكاملتين؟



الوثيقة (3)





لدراسة بعض جوانب صنع المادة العضوية نقوم بمبيلي:  
1 - عرضنا معلق الصانعات الخضراء السليمة المعزولة للضوء.

في بداية التجربة في وسط خال من  $CO_2$  المنحل ويحتوي على كميات محدودة من كل من الـ  $ADP$  و  $Pi$  و  $NADP^+$  الوثيقة (1).  
وقمنا بقياس تركيز الـ  $O_2$  والجزيئات العضوية في الوسط فكانت النتائج كما هي موضحة في منحنى الوثيقة (2) قبل وبعد إضافة  $CO_2$  المشع للوسط.  
أ - حلل وفسر هذه النتائج؟

ب - فسر تأخر إصطناع المادة العضوية عن انطلاق الـ  $O_2$  (2ز - 3ز)؟

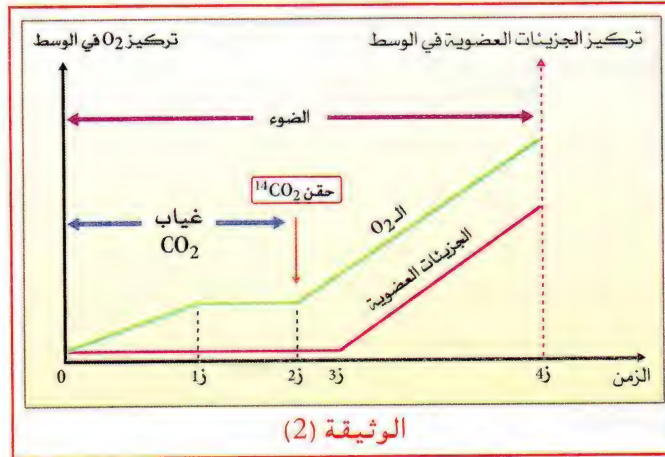
2 - نعيد التجربة السابقة ولكن عند توقف انطلاق الـ  $O_2$  نعزل المعلق عن الضوء لمدة 3 ثواني ثم نعرضها من جديد

للضوء مع إضافة  $CO_2$  المشع للوسط بكميات كافية لإستمرار الظاهرة لمدة ساعة ثم تقاس عدد جزيئات كل من السكر السداسي المفسفر (C6 - P) والـ  $ATP$  المركبة وعدد جزيئات الأكسجين المنطلقة فكانت النتائج كما في جدول الوثيقة (3).

أ - كيف تفسر تأخر تركيب الـ  $ATP$  عن انطلاق الـ  $O_2$  في الجدول؟

ب - أكمل الجدول مع التعليل.

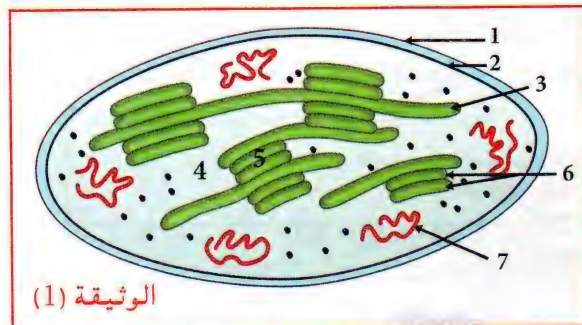
ج - ما هي عدد جزيئات  $CO_2$  المثبتة في الزمن 10؟ علل إجابتك.



الوثيقة (3)

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C6 - P	0	0	0	0	0	20	130	160	210	920
ATP	0	0	0	0	144					
$O_2$	0	0	0	48	27					

قصد معرفة كيفية صنع المركبات العضوية من قبل خلايا ذاتية التغذية نقوم بالدراسة التالية :



تمثل الوثيقة (1) ما فوق البنية الخلوية لعضية قيل عنها لو إفتقدت ستنعدم نسبة كبيرة من الحياة على سطح الأرض.

1 - ما هي هذه العضية؟ أكتب البيانات حسب التقييم.

2 - نضع العناصر (6) التي تمثل مكونات العنصر (5) في شروط تجريبية مختلفة للتوصل إلى شروط تركيب الـ  $ATP$  على مستوى العناصر (6) مع تزويد الوسط في كل مرة بالـ  $ADP$  و  $Pi$ . إن النتائج التجريبية موضحة في جدول الوثيقة (2).



مراحل التجربة	PH داخل العناصر (6)	PH الوسط (4)	وجود الكريات المذنبه	سلامة غشاء العناصر (6)	وجود الضوء	تشكل الـ ATP
1	7	7	+	+	—	—
2	4	8,5	+	+	—	+
3	4	8,5	—	+	—	—
4	4	8,5	+	+	+	+
5	4	8,5	+	تشكل ثقبوب بإضافة FCCP	+	—

+ وجود أو تشكل — غياب أو عدم تشكل الوثيقة (2)

3 — حلل وقارن بين مراحل التجربة. ماذا تستنتج فيما يخص شروط تشكل الـ ATP. —  
نعرض معلق من عضيات الوثيقة (1) للضوء مع إضافة مادة الـ DCMU (ثنائي كلور مثيل البولينا) وهو يمنع إنتقال الإلكترونات من PS II إلى PS I، مع وجود أو غياب مواد أخرى. النتائج المحصل عليها مبينة في جدول الوثيقة (3):

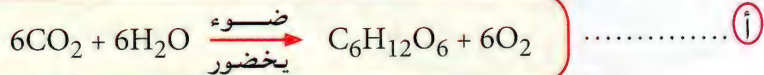
رقم التجربة	الشروط التجريبية	النتائج
1	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU	— عدم إنطلاق الـ O <sub>2</sub> — عدم تثبيت غاز CO <sub>2</sub>
2	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU + مستقبل للإلكترونات	— إنطلاق الـ O <sub>2</sub> — عدم تثبيت غاز CO <sub>2</sub>
3	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU + معطي للإلكترونات	— عدم إنطلاق الـ O <sub>2</sub> — تثبيت غاز CO <sub>2</sub>

الوثيقة (3)

أ — فسر نتائج كل مرحلة.  
ب — هل التجريتان 2 ، 3 تعطيان نفس النتائج مع غياب الضوء؟ علل إجابتك.  
4 — هل يتشكل الـ ATP في 2 و 4 (الوثيقة 2) عند إضافة مادة الـ DCMU؟ فسر ذلك.

## تقريب 29

I — إن إستخدام العناصر المشعة يسمح أحيانا التعمق أكثر في حقيقة التفاعلات الكيميائية، عندما شرع في دراسة التركيب الضوئي لدى النباتات الخضراء طرح السؤال التالي: ما هو مصدر الـ O<sub>2</sub> المطروح في عملية التركيب الضوئي هل هو الماء أو غاز الفحم ؟  
للإجابة على هذا السؤال قمنا بالتجربة التالية: قمنا بغرس نبتة خضراء في وسط يحوي CO<sub>2</sub>\* ذو أكسجين مشع وعرضت للضوء مع توفير جميع شروط التركيب الضوئي فلاحظ أن الأوكسجين المنطلق غير مشعا، في حين لو زدنا النبتة بماء H<sub>2</sub>O\* أو كسجينة مشع و CO<sub>2</sub> عادي فنلاحظ أن الأوكسجين المنطلق مشعا.  
1 — ماذا تستنتج من نتائج هذه التجربة؟  
2 — بعض المؤلفين يكتبون المعادلة الإجمالية للتركيب الضوئي كما يلي:



ويفضل البعض الآخر كتابتها كمايلي:

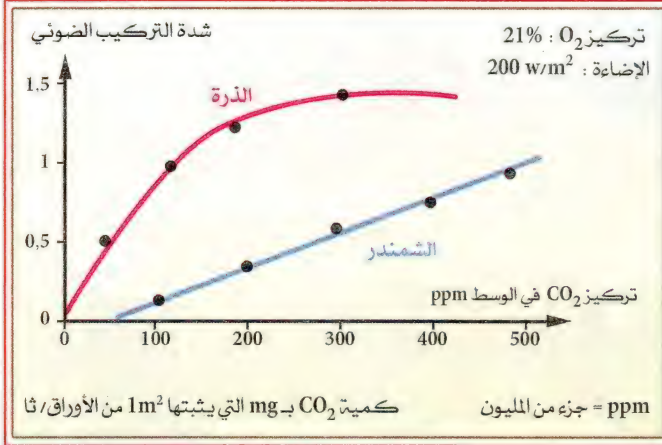




.....(ب)

— إستنادا إلى ما توصلت إليه من السؤال (1) أي المعادلتين (أ) أو (ب) تستطيع حسب رأيك أن تعبر عن حقيقة ما يحدث؟ علل إجابتك؟

**II —** إنتاج النبات للمادة العضوية يختلف حسب الوضع الجغرافي حيث تقدر عند بعض نباتات المناطق المعتدلة كالشمندر والطمطم بـ 22 طن في الهكتار سنويا. في حين تصل الانتاجية إلى 38,6 طن في الهكتار عند بعض النباتات المدارية كالذرة وقصد البحث عن سبب هذا الاختلاف في الإنتاجية قمنا بمقارنة شدة التركيب الضوئي لدى الشمندر والذرة بدلالة تركيز  $\text{CO}_2$  في الوسط والنتائج موضحة في منحنى الوثيقة الموالية :



- 1 — حلل هذه النتائج.
- 2 — ما تأثير هذا التغير على إنتاجية كل من الشمندر والذرة؟ فسر ذلك.
- 3 — إذا علمت أن نسبة  $\text{CO}_2$  في الهواء محدودة تقدر بـ 330 جزء من المليون، ما تأثير هذه النسبة على إنتاجية النباتين؟
- 4 — إعتماذا على ما سبق، كيف يمكن تحسين مردودية الشمندر؟

## تمرين 30

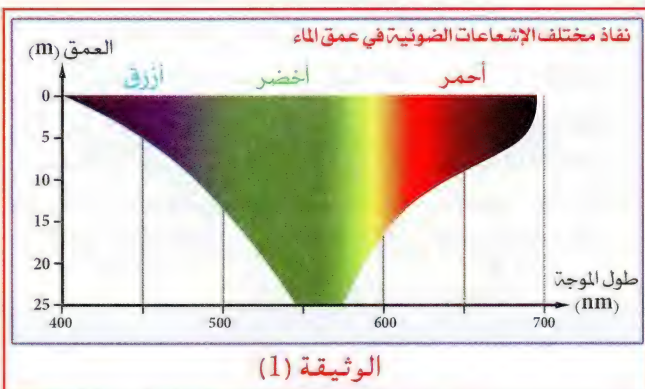
تختفي الطحالب مع زيادة عمق المياه، فمثلا بالنسبة للمياه البحرية الساحلية، لا نجد الطحالب في عمق أكثر من 30 مترا، غير أن الطحالب الحمراء والسمراء تعيش في أعماق أكثر مقارنة مع الطحالب الخضراء.

إضافة إلى الصبغات اليخضورية التي عند جميع النباتات اليخضورية، تتوفر الطحالب السمراء على صبغة إضافية تسمى « La Fucoxanthine »، أما الطحالب الحمراء فتتوفر على صبغة إضافية تسمى « La Phycoerythrine ».

- 1 — أعتماذا على (الوثيقة 1) ما هو التغير الذي يحصل للضوء كلما نفذ في عمق المياه؟
- 2 — أعتماذا على (الوثيقة 2) ما هي خصوصية طيف الإمتصاص لكل من الطحالب السمراء والطحالب الحمراء، مقارنة مع الطحالب الخضراء؟



- 3 — إعتماذا على معطيات السؤالين السابقين وعلى معلوماتك، فسر لماذا تعيش الطحالب السمراء والحمراء في أعماق أكثر، مقارنة مع الطحالب الخضراء.



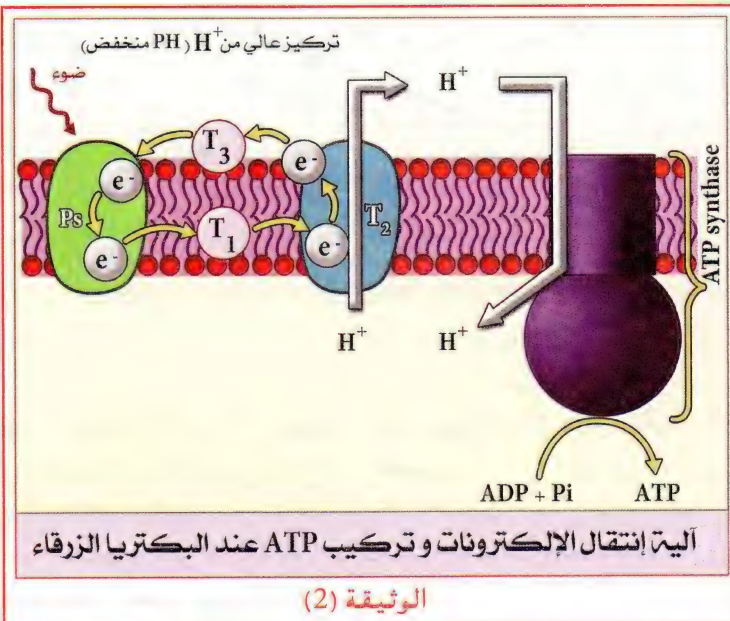
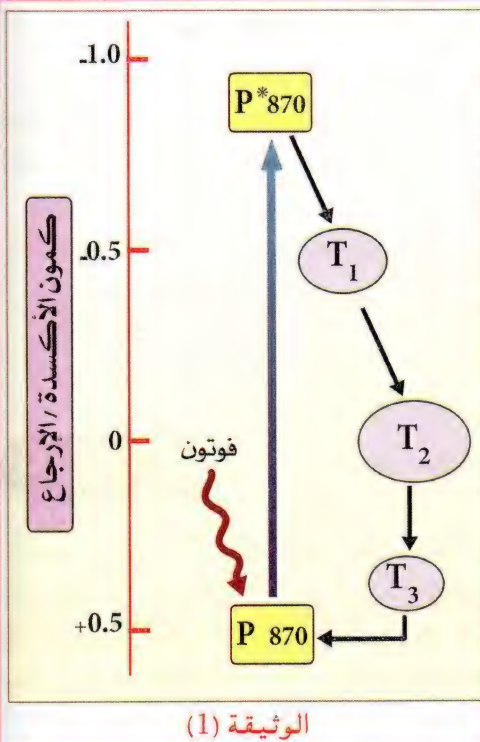


## تمرين 31

من بين الكائنات الدقيقة القادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي هي البكتريا الزرقاء المعروفة بإسم *Rhodospseudomonas viridis* ودراسة آلية التركيب الضوئي وبنية النظام الضوئي عند البكتريا أعطت النتائج الموضحة في الوثيقتين (1) و(2):

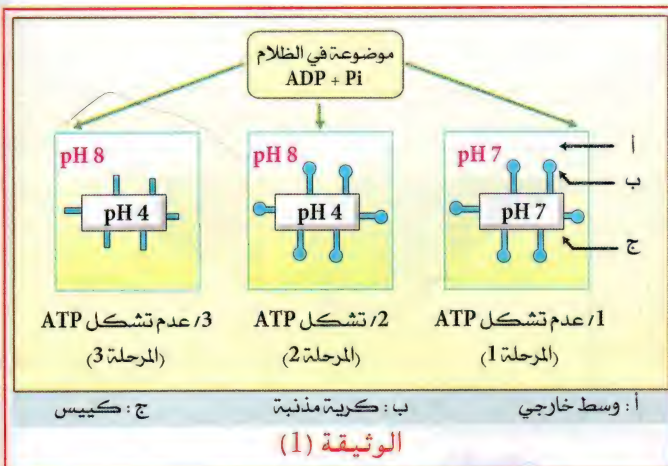
- 1 — ما هي أوجه التشابه والاختلاف بين هذه الآلية وآلية إنتقال الإلكترونات وتركيب ATP في النباتات الخضراء؟
- 2 — تعرف هذه الطريقة من إنتقال الإلكترونات بالإنتقال الحلقي ويمكن أن تحدث في النباتات الخضراء وتؤدي فقط إلى إنتاج ATP دون إنتاج  $NADPH_2$  يشارك فيها النظام الضوئي الأول PSI فقط بتدخل النواقل T1 ، T2 ، T3 فقط. تحدث هذه الآلية بنسبة قليلة مقارنة بالحالة العادية وهي الإنتقال غير الحلقي بمشاركة النظامين الضوئيين PSI و PSII.

— أنجز رسما تخطيطيا توضح فيه الإنتقال الحلقي للإلكترونات في النباتات الخضراء.



## تمرين 32

لغرض دراسة شروط تشكل الـ ATP أثناء عملية التركيب الضوئي، نجري التجريبتين التاليتين :

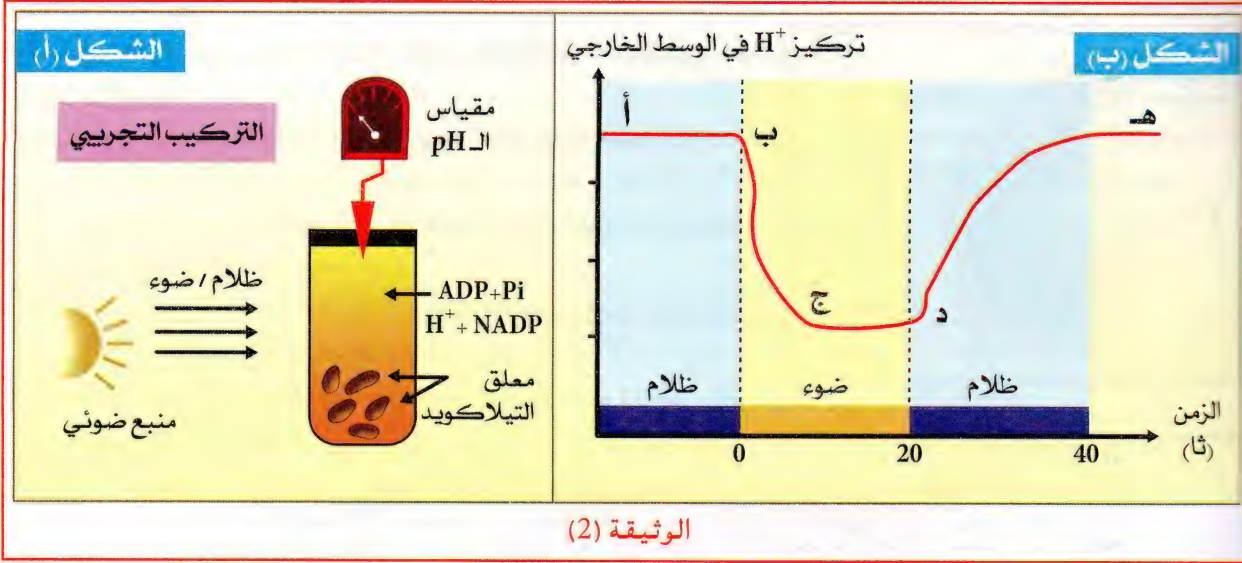


**I — التجربة (1):** عزلت التيلاكوييدات بالطرد المركزي بعد تجزئة الصانعة الخضراء بتعريضها لصدمة حلولية، مراحل التجربة ونتائجها ممثلة في الوثيقة (1).

- 1 — حلل النتائج الموضحة في الوثيقة (1) وماذا تستخلص فيما يخص شروط تركيب الـ ATP؟
- 2 — ما الغرض من إجراء التجربة في الظلام؟

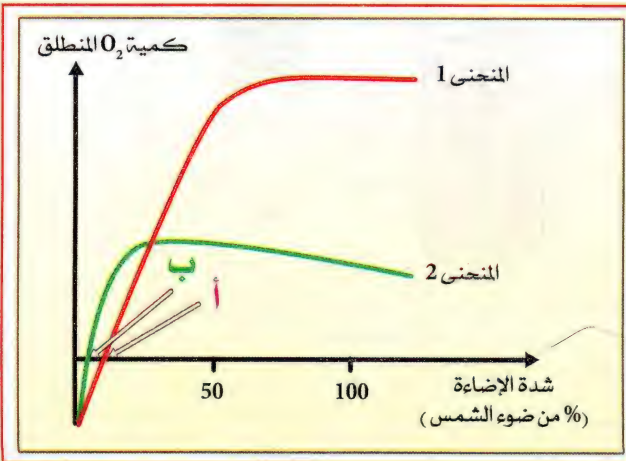
**II — التجربة (2):** قصد دراسة سلوك غشاء التيلاكوييد تجاه البروتونات، ننجز التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) من الوثيقة (2) نتائج هذه التجربة ممثلة في الشكل (ب)





- 1 - حلل المنحنى وفق القطع (أ ب) ، (ب ج) ، (ج د) ، (د هـ).
  - 2 - ماذا يمكنك إستخلاصه حول سلوك الغشاء تجاه البروتونات؟
  - 3 - يضاف إلى الوسط مادة تجعل غشاء التيلاكويد نفوذا للبروتونات وكننتيجة لذلك سجل عدم تشكيل الـ ATP. كيف تفسر ذلك؟
  - 4 - بالإعتماد على نتائج التجربة (2) وما توصلت إليه في التجربة (1)، علل تشكل الـ ATP في الفترتين الزميتين (0 - 20 ثانية)، (20 - 40 ثانية) من الشكل (ب) للوثيقة (2).
- III -** بإستغلال نتائج التجريبتين 1 ، 2 ومعارفك، وضع برسم تخطيطي وظيفي سلسلة التفاعلات التي تؤدي إلى إستمرار تركيب الـ ATP، مع وضع كافة البيانات.

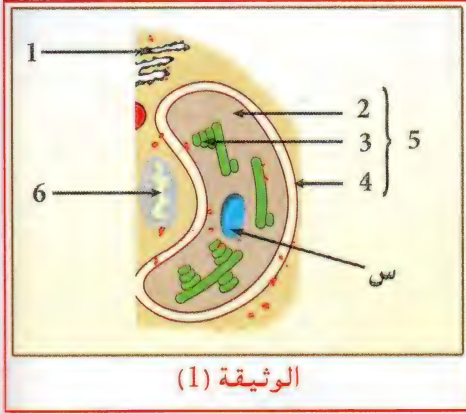
### تمرين 33



تسمى بعض النباتات بنباتات الشمس مثل الطماطم وعباد الشمس وهي كمعظم النباتات الزراعية لا تنمو بصورة جيدة إلا إذا كانت معرضة لضوء الشمس مباشرة، بينما تسمى بعض النباتات التي تعيش تحت أشجار الغابة بفضول جزء من ضوء الشمس الذي يصل إليها بعد مروره على أوراق واغصان الشجرة التي تعيش تحتها، تعرف هذه النباتات بنباتات الظل. يوضح منحنى الوثيقة المجاورة كمية الأكسجين المنطلق لنبات من كل فئة معرضة لإضاءة بشدة متباينة. يطلق على النقطتين (أ و ب) بنقطة التعويض.

- 1 - حلل المنحنيين، ماذا تمثل النقطتين أ ، ب.
- 2 - إلى أي صنف من النبات يعود كل من المنحنيين (1 و 2)؟
- 3 - حدد في أي شدة ضوئية يصل التركيب الضوئي إلى شدته القصوى في الحالتين، مع العلم أن شدة التركيب الضوئي تقاس بكمية الأكسجين المنطلقة.
- 4 - علل وجود بعض أجزاء المنحنيين تحت مستوى الصفر.





الوثيقة (1)

نرغب في هذا التمرين دراسة آليات تحويل الطاقة وإستعمالاتها على المستوى الخلوي.

1 - انجزت الوثيقة (1) التي تمثل رسماً تخطيطياً لصورة اخذت بالمجهر الإلكتروني لجزء من خلية حية. أ - تعرف على العناصر المرقمة، وحدد نوع الخلية التي أنجزت منها الوثيقة مع التعليل.

ب - ما هي الطبيعة الكيميائية لمادة العنصر (س) والتي تأخذ لونا أزرقا عند معاملته بالماء اليودي.

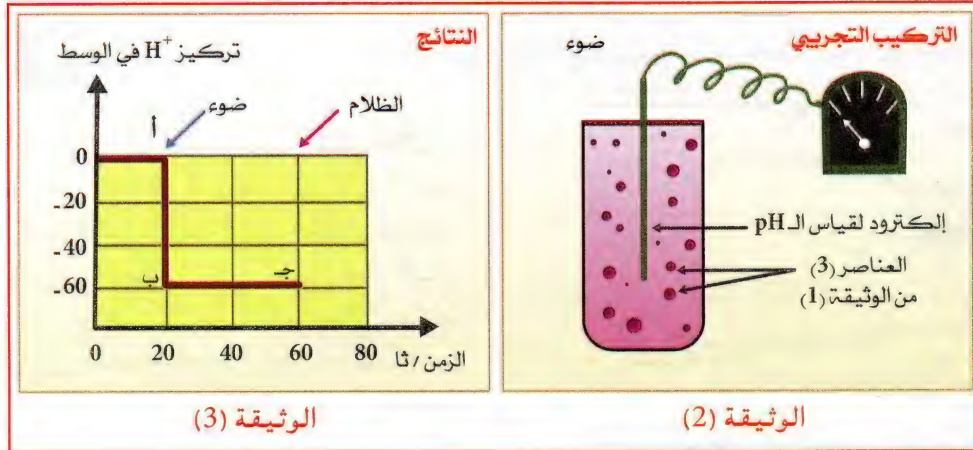
2 - يظهر الجدول التالي نتائج التجارب المجرىة في وجود الضوء على معلق من العنصر (5).

الغاز المطروح	إشعاع الجزيئات العضوية المصطنعة	التركيب الكيميائي للوسط
$O_2$ غير مشع	+	$CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $C^{14}$
$O_2$ غير مشع	+	$CO_2 + H_2O$ موسوم بـ $O^{18}$
$O_2$ مشع	-	$CO_2 + O^{18}$ موسوم بـ $H_2O$

أ - ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها من نتائج هذا الجدول؟

ب - إنطلاقاً من هذه المعلومات أكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية للظاهرة المعنية.

3 - نضع في أنبوبة إختيار العناصر (3) من الوثيقة (1) معزولة وسليمة، ونقيس محتوى الأنبوبة بصورة مستمرة لتركيز البروتونات  $H^+$  (قيمة الـ PH) والوثيقتان (2) و (3) تبيان التركيب التجريبي ونتائج القياس المحصل عليها.



الوثيقة (3)

الوثيقة (2)

أ - كيف تفسر إنخفاض تركيز البروتونات في الوسط (الجزء أ - ب)؟

ب - إشرح السطح السفلي للمنحنى ب - ج.

ج - نضيف للوسط مادة تجعل أغشية الكييسات نفوذة للبروتونات، فيتوقف تركيب الـ ATP.

أ - فسر لماذا؟

ب - هل يستمر إنطلاق الـ  $O_2$ ؟

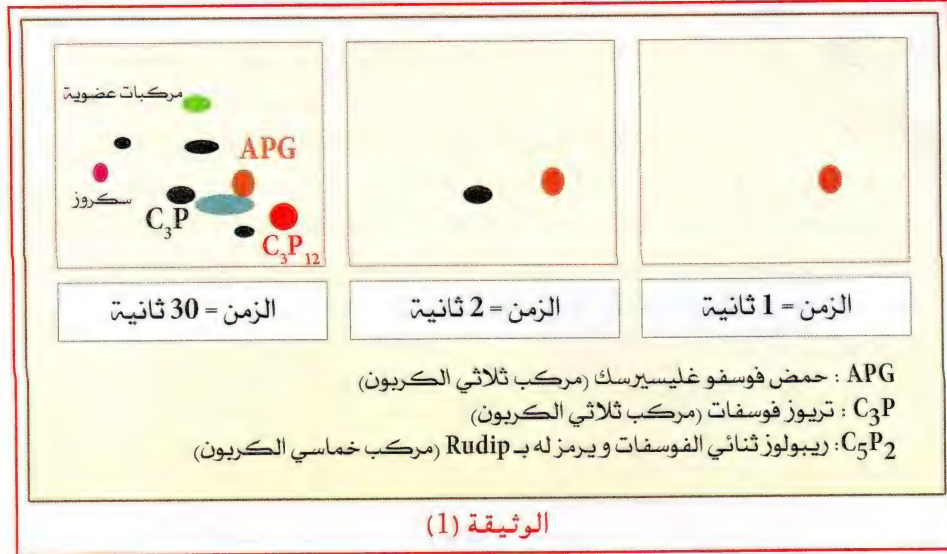
ج - ما مصير الطاقة الضوئية المقتنصة؟

د - نطفئ الضوء، ما هي التطورات التي نراها إنطلاقاً من النقطة "ج" بالنسبة لتركيز البروتونات  $H^+$ ؟ هل يستمر انطلاق الـ  $O_2$ ، وتركيب الـ ATP؟

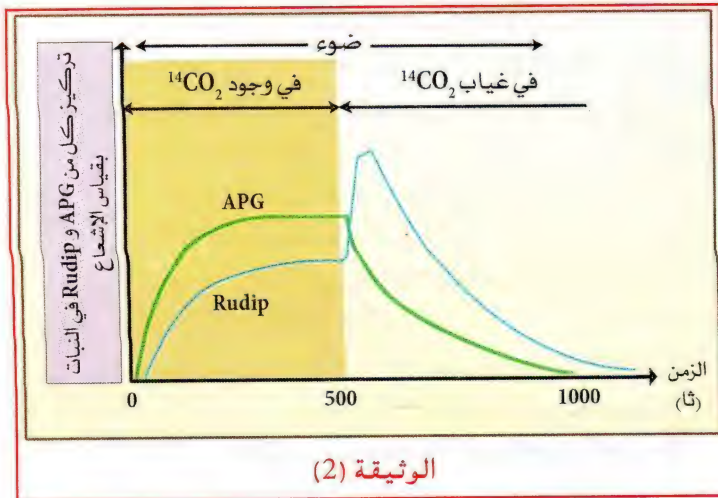


يهدف التعرف على المركبات العضوية المشكلة من طرف النبات الأخضر في المرحلة الكيموضوئية من تحويل الطاقة الضوئية، أنجزت التجربة التالية:

**I -** وضعت الكلوريل (نبات أخضر وحيد الخلية) في وسط مناسب تم تزويده بـ  $\text{CO}_2$  كربونه مشع  $^{14}\text{C}$  وعرضت للضوء الأبيض، وخلال فترة زمنية (1 ثا، 2 ثا، 30 ثا) تم تثبيط نشاط هذه الخلايا بواسطة الكحول المغلي، نتائج التسجيل الكروماتوغرافي المتبوع بالتصوير الإشعاعي الذاتي للمركبات المشكلة في هذه الأزمنة ممثلة بالوثيقة (1).



- 1 - ماذا تمثل البقع المتحصل عليها في الوثيقة (1)؟
  - 2 - بالإعتماد على نتائج التسجيل الكروماتوغرافي المحصل عليه في الزمن 30 ثانية، سم مركبات البقع المشكلة في الزمنين 1 ثا و 2 ثا.
  - 3 - ما هي الفرضيات التي تقدمها فيما يخص مصدر الـ APG؟
- II -** تبين الوثيقة (2) تغيرات تركيز كل من الـ APG والـ Rudip في معلق من الكلوريل يحتوي على  $^{14}\text{CO}_2$  ومعرض للضوء الأبيض، في الزمن  $z = 500$  ثا تم توقيف تزويد الوسط بـ  $\text{CO}_2$ .



1 - بالإعتماد على النتائج الممثلة في الوثيقة (2):

- أ - باستدلال منطقي فسر تساير كميتي الـ APG والـ Rudip في الفترة قبل  $z = 500$  ثانية.
- ب - حلل منحنىي الوثيقة (2) في الفترة الممتدة من  $z = 500$  ثانية إلى 1000 ثانية.

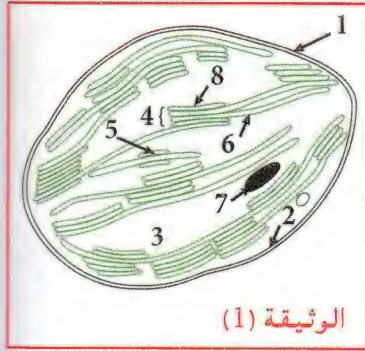
ج - ماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين الـ APG والـ Rudip؟

2 - هل تسمح لك هذه النتائج بتأكيد إحدى الفرضيات المقترحة في السؤال I - 3؟ علل إجابتك.

**III -** باستغلال النتائج و باستعمال معلوماتك وضع بمخطط بسيط العلاقة بين الـ APG والـ Rudip.



لبعض النباتات صانعات خضراء تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في جزيئات عضوية وفق تسلسل مجموعة من التفاعلات بآليات دقيقة ومحددة. لدراسة هذه الآليات ومقر حدوثها نقوم بما يلي:



الوثيقة (1)

- 1 - تعرف على البيانات من 1 إلى 7.
- 2 - للعضية بنية حجرية. علل؟
- ب - الكلوريلاتحلب أخضر وحيد الخلية تحوي صانعة خضراء واحدة كبيرة تشمل معظم حجم الخلية، يوجد منها سالتان :  
- سلالة (A) : طبيعية خضراء تحوي اليخضور.  
- سلالة (a) : طافرة عديمة اليخضور.  
سلوك هاتين السالتين للضوء واليخضور يلخصهما جدول الوثيقة (2).
- 1 - حلل هذا الجدول.
- 2 - ماذا تستخلص؟

الانقسام (التكاثر)		السلالة
a	A	وسط الزرع
-	+	وسط معدني صرف معرض للضوء
-	-	وسط معدني صرف في الظلام

+ الانقسام بنشاط - عدم الانقسام

الوثيقة (2)

ج - تجربة روبن وكامن (Ruben et Kamen 1940) : قاما بزرع أشنات خضراء في وسط به ماء وغاز الفحم، ثم وزعت على إنثائين (أ، ب) يختلفان في كمية جزيئات الماء الحاوية على النظير  $O^{18}$  وكمية جزيئات  $CO_2$  تحوي نفس النظير السابق  $O^{18}$  يعرض الاناءان للضوء طوال مدة التجربة ويتم خلالها قياس كمية الاكسجين المنطلقة والحوية على  $O^{18}$ . نتائج التجربة يوضحها جدول الوثيقة (3).

نسبة الجزيئات الحاوية على $O^{18}$ بـ %			الوثيقة (3)
الماء	غاز الفحم	الأكسجين	
0,85	0,20	0,84	المعلق (أ)
0,20	0,68	0,20	المعلق (ب)

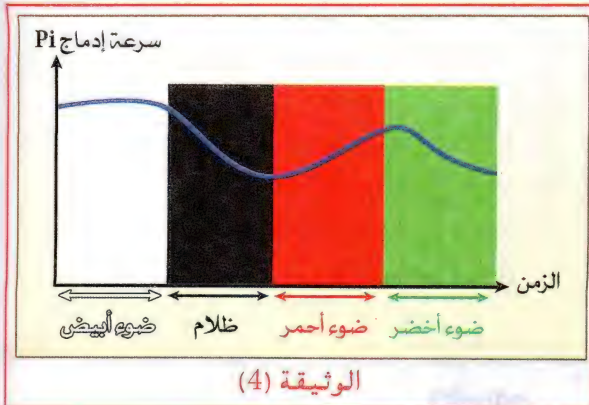
- 1 - ما الهدف من إنجاز هذه التجربة؟
- 2 - ما هي المعلومة المستخلصة؟

د - توضع الصانعات الخضراء المعزولة في وسط مغذي يحتوي على  $Pi$  مشع و  $ADP$  في شروط إضاءة مختلفة النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (4).

- 1 - ما هي المعلومات التي يمكن استخلاصها من تحليلك للمنحنى؟

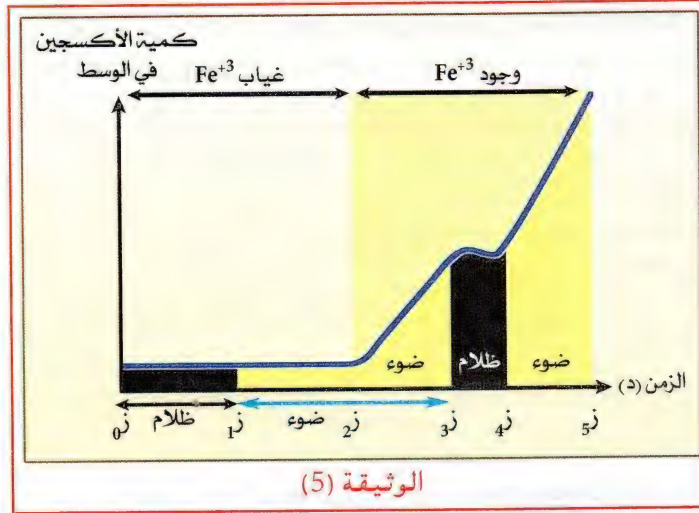
2 - ما هي العلاقة بين الطاقة الضوئية ودمج الفوسفور في الصانعة الخضراء؟

هـ - توضع الصانعات الخضراء في وسط خالي من الـ  $CO_2$  في غياب ووجود المستقبل (فيروسيانور البوتاسيوم) ثم نقيس تغيرات كمية الـ  $O_2$  المذاب في المعلق فحصلنا على النتائج الممثلة في منحنى الوثيقة (5)، كما نجد أن الفيروسيانور قد تحول من الحديد الثلاثي إلى الحديد الثنائي.

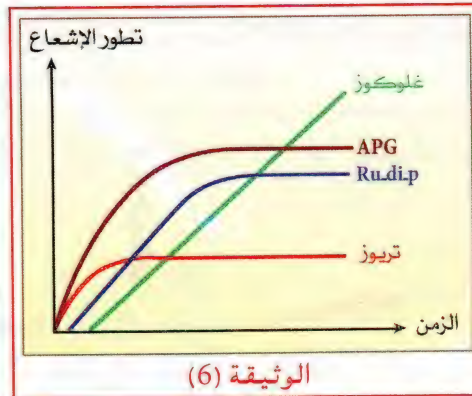
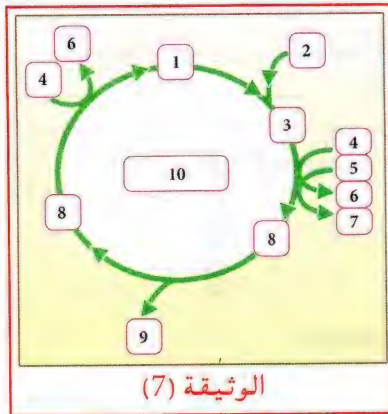


الوثيقة (4)





- 1 - فسر المنحنى مدعماً إجابتك بمعادلات كيميائية.
  - 2 - استخلص شروط تحرير الأكسجين محددا الفاصلة الزمنية من المنحنى التي تؤكد ذلك.
- II - أ -** متابعة مصير  $\text{CO}_2$  المثبتة أثناء مراحل تحويل الطاقة، وضع معلق الصانعة الخضراء في وسط غني بالـ  $\text{CO}_2$  المشع ومعرض للضوء النتائج المحصل عليه ممثلة في منحنيات الوثيقة (6).
- حلل المنحنى وماذا تستنتج؟
- ب - يمثل مخطط الوثيقة (7) نموذج مبسط يلخص الظاهرة الممثلة في الوثيقة (6).
- أكتب البيانات المرقمة.



- III -** باختصار حدد العلاقة الموجودة بين ظاهرة السؤال I وتلك الموجودة في السؤال II مع رسم تخطيطي.

### تمرين 37



- I -** خلال دراسة إحدى التحولات الطاقوية على مستوى خلية يخضورية، أمكن الحصول على الصانعة الخضراء المسؤولة عن هذا التحول الطاقوي، وما فوق بنيتها موضحة في الوثيقة (1).
- 1 - أعد تمثيل العضية برسم تخطيطي عليه أهم البيانات.
  - 2 - تبدي هذه العضية بنية حجرية. وضح ذلك.
  - 3 - إذا علمت أن العنصر (ص) يأخذ لونا أزرقا بنفسجيا مع ماء البود. حدد طبيعته الكيميائية.
  - 4 - حدد نوع التحول الطاقوي الذي تؤمنه هذه العضية وعلاقته بالعنصر (ص) المبين في الوثيقة (1).



**II -** لإبراز دور التيلاكوييد (كيسات حاملة لليخضور) على مستوى الصانعة الخضراء، أنجزت تجربة على عدة مراحل، شروطها ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة (2).

المرحلة	محتوى الوسط الخارجي	الوسط الداخلي	النتيجة
1	وسط مظلم PH= 7 توفر ADP.Pi	PH= 7	عدم فسفرة ADP
2	وسط مظلم PH= 8,5 توفر ADP.Pi	PH= 4	فسفرة ADP
3	وسط مظلم PH= 8,5 توفر ADP.Pi + مادة تخرب الكريات المذنبة.	PH= 4	عدم فسفرة ADP

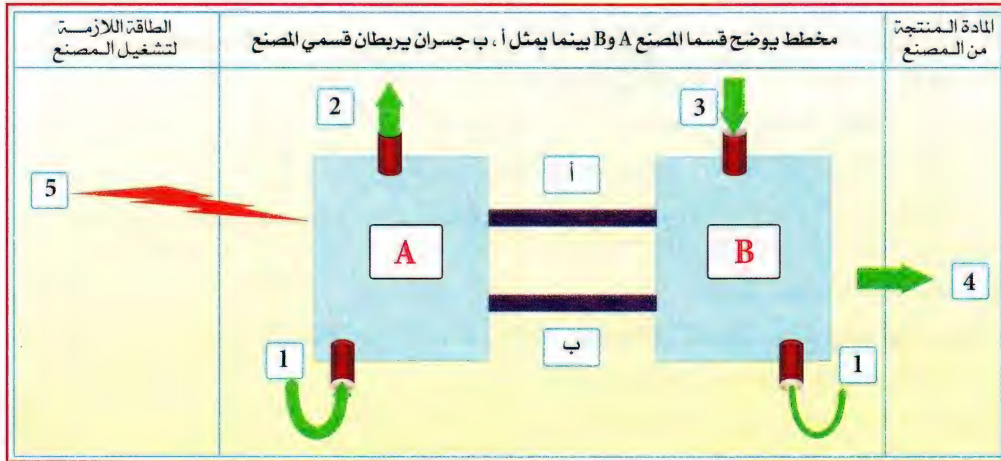
الوثيقة (2)

- 1 - من النتائج التجريبية، حدد نشاط التيلاكوييد . هل يوجد نشاط آخر يميز التيلاكوييد؟ وضح.
- 2 - علل إنجاز المراحل التجريبية في الظلام.
- 3 - حلل نتائج المراحل التجريبية.
- 4 - استخرج شروط الظاهرة المدروسة.
- 5 - في أية مرحلة من مراحل التركيب الضوئي تتم فسفرة ADP؟ وما أهمية ذلك؟

**III -** برسم تخطيطي وظيفي وضح معطيات المرحلة التجريبية (2) من جدول الوثيقة (2).

### تمرين 38

تمثل الصانعة الخضراء مصنعا حقيقيا يتم فيه صناعة المواد اللازمة لحياة جميع الكائنات الحية انطلاقا من مواد أولية بسيطة قصد التعرف على مكونات هذا المصنع وآلية عمله نقدم الوثيقة التالية :



- 1 - أ - تعرف على العناصر المرقمة من 1 إلى 5 مع تحديد هوية كل من القسمين A و B.  
ب - اذكر مكونات القسم A.  
ج - استنتج المواد الأولية اللازمة لعمل هذا المصنع.
- 2 - إن قطع الجسر ب يوقف إنتاج المركب 4 ولا يؤثر على إنتاج العنصر 2 إلا بعد فترة زمنية.  
- فسر هذه النتيجة واستنتج المواد التي ينقلها هذا الجسر.
- 3 - بين أن استمرار طرح العنصر 2 يتوقف على استمرار إنتاج المركب 4 وسلامة الجسرين. واستنتج المواد التي ينقلها الجسر - أ.
- 4 - اشرح في نص علمي آلية عمل هذا المصنع مبرزاً ما يحدث في كل قسم ودور الجسرين في استمرار عمل هذا المصنع موضحاً شروط عمل كل قسم من قسمي المصنع.



5 - ان العنصر 2 يدخل في تركيب كل من المركبين 1 و 3 :

أ - ما هو مصدر العنصر 2 ؟ أثبت ذلك بتجربة . ب - حدد مصدر عناصر المركب 1 في قسم المصنع B.

6 - أ - اكتب المعادلة الكيميائية الاجمالية التي تعبر عما يحدث في كل من قسمي المصنع A و B وفي المصنع بكامله. ب - لماذا حجم السهم الذي يعبر عن المركب 1 في القسم A من المصنع ضعف حجم السهم المعبر عن نفس المركب في القسم B من المصنع؟

ج - حدد عدد جزيئات المركب 1 الداخلة في تفاعلات المصنع A لصنع جزيئتين من المركب 4.

## تمرين 39

إظهار نشاط الصانعات الخضراء في التحويلات الطاقوية ننجز التجارب التالية:

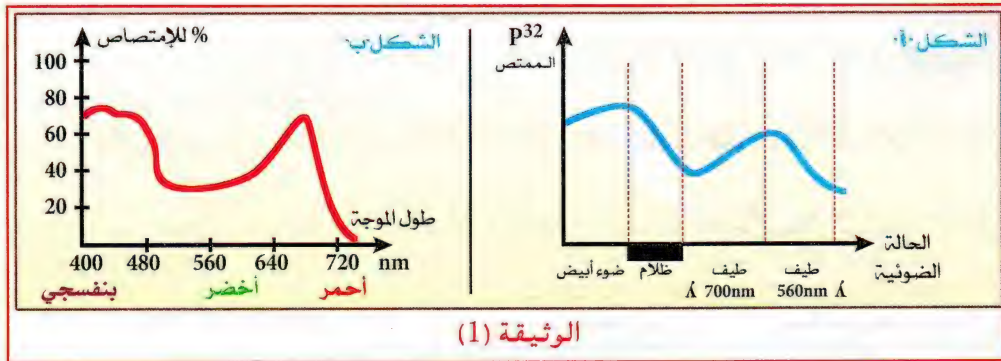
أ - التجربة الأولى: نضع صانعات خضراء معزولة في وسط يحتوي على ماء ( $H_2O^{18}$ ) موسوم بـ  $O^{18}$  و  $ADP + Pi$  وناقل للالكترونات والبروتونات في درجة حرارة ثابتة.

المرحلة أ - إذا عرض المحضر للضوء الأبيض نلاحظ انطلاق  $O_2^{18}$  مشع، إنتاج جزيئات R مرجعة ( $RH_2$ ) وتشكل ATP مع العلم أنه إذا تمت التجربة في الظلام فلا نسجل أي تغير في الوسط.

المرحلة ب - نعيد التجربة بوجود الضوء وفي وسط يكون فقيرا بجزيئات R، فنلاحظ تناقصا سريعا في انطلاق الأكسجين. 1 - فسر النتائج المحصل عليها في المرحلة (أ) بوجود الضوء.

2 - لماذا يتناقص انطلاق الأكسجين في المرحلة (ب) ؟

ب - التجربة الثانية: قصد دراسة إنتاج الـ ATP في الصانعات الخضراء قمنا بعزل هذه الأخيرة ووضعت في وسط مغذي يحوي  $P^{32}$  المشع ثم عرضناها للإضاءة المتقطعة فحصلنا على الشكل "أ" من الوثيقة (1)، أما الشكل "ب" من نفس الوثيقة فيمثل نتائج دراسة طيف امتصاص الضوء من قبل اليخضور.



الوثيقة (1)

1 - حلل الشكلين أ و ب.

2 - اعتمادا على معلوماتك فسر منحنى الشكل "أ" مبررا آلية إنتاج ATP في الصانعات الخضراء.

3 - بين برسم تخطيطي آلية إنتاج الـ ATP في الصانعات الخضراء.

ج - قام "قافرون" وزملاؤه عام 1951 بالتجربة التالية على مراحل :

- المرحلة الأولى : عرض معلق أشنة الكلوريل للضوء لمدة زمنية معينة مع تزويد الوسط بـ  $CO_2$  مشع، ثم نقل إلى الظلام.

نتائج التجربة موضحة في منحنى الشكل "أ" من الوثيقة (2).

- المرحلة الثانية : أعيدت المرحلة الاولى لكن بداية التجربة تمت بغياب  $CO_2$  مدة 1 سا، ثم وضعت الأشنة في وسط يحوي  $CO_2$  مشع وفي الظلام، نتائج التجربة موضحة في الشكل "ب" من الوثيقة (2).

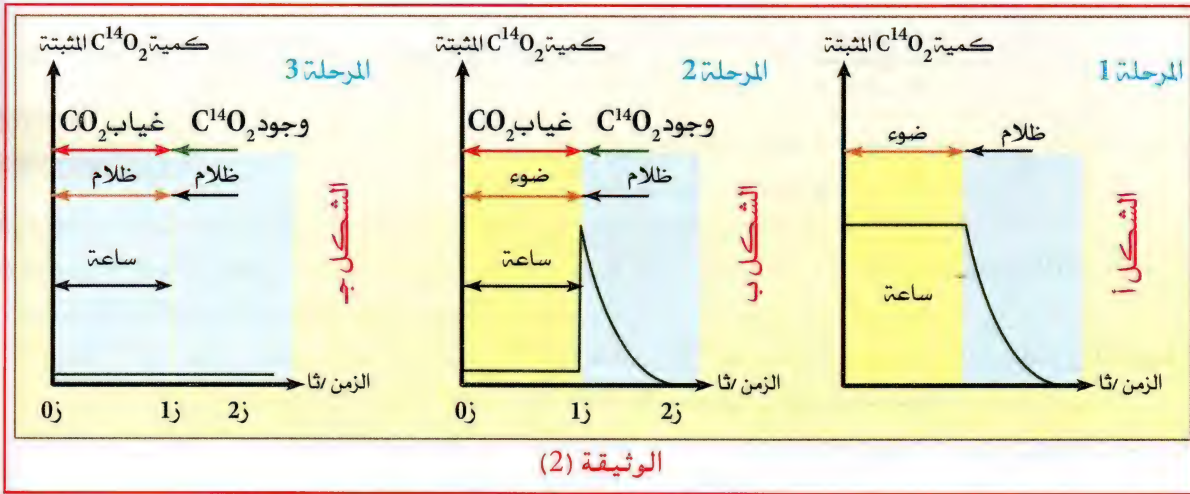
- المرحلة الثالثة : أعيدت المرحلة الاولى لكن بداية التجربة تمت بغياب كل من  $CO_2$  والضوء لمدة ساعة، ثم زدنا الأشنة في بـ  $CO_2$  مشع وفي الظلام، نتائج التجربة موضحة في الشكل "ج" من الوثيقة (2).

1 - حلل منحنى الشكل "أ".

2 - ماذا يحدث في الساعة الأولى من المرحلة الثانية بوجود الضوء وغياب  $CO_2$  (الشكل "ب")؟



- 3 - ماذا يحدث خلال ز1 - ز2 بوجود  $CO_2$  وغياب الضوء الشكل "ب" من الوثيقة (2)؟
- 4 - قارن بين نتائج المرحلتين الأخيرتين؟
- 5 - لماذا اختلفت نتائج المرحلتين الأخيرتين؟
- 6 - ماذا تستخلص من هذه الدراسة؟



## تمرين 40

للخلايا اليخضورية القدرة على اقتناص وتحويل الطاقة الضوئية لتركيب الجزيئات العضوية، وبهدف التعرف على علاقة اقتناص الضوء بتركيب المادة العضوية، نقترح ما يلي:

- I - وضع مستخلص من أوراق السبانخ في وسط مناسب وخال من  $CO_2$  داخل مفاعل حيوي الذي يسمح بقياس تغيرات كمية  $O_2$  في الوسط بدلالة الزمن.
- أضيف للوسط في الدقيقة 6 مستقبل اصطناعي للالكترونات (كاشف هيل) وهو أكسالات البوتاسيوم الحديدي  $(Fe^{+++})$ .
- بعرض التركيب التجريبي تارة للضوء وتارة أخرى للظلام. الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة بالوثيقة (1).

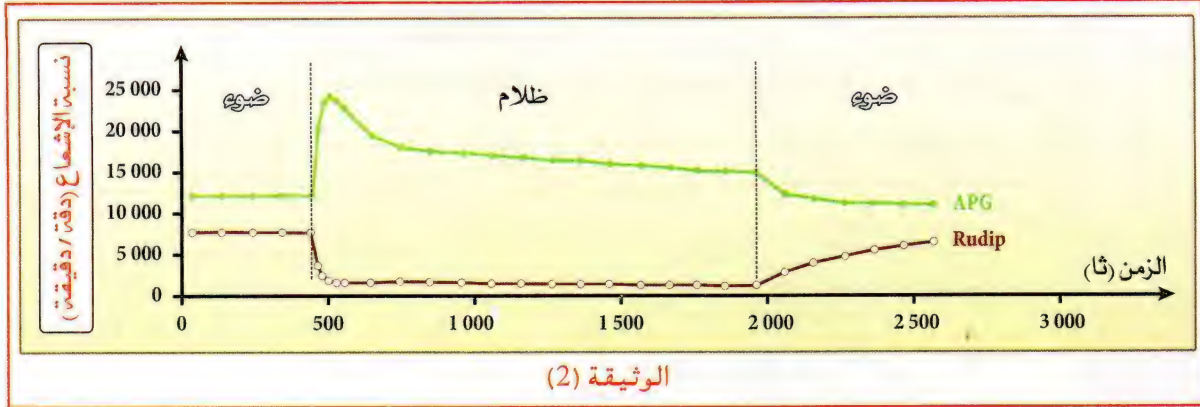


- 1 - فسر تغيرات كمية الأكسجين في الوسط في الفترتين الزمنيتين التاليتين:  
أ - الفترة الممتدة من 0 دقيقة إلى 6 دقائق.
- ب - الفترة الممتدة من 6 إلى 12 دقيقة.
- 2 - باستغلالك للنتائج الممثلة بالوثيقة (1)، استخرج شروط تحرير الأكسجين في الوسط.
- 3 - بالاستعانة بهذه النتائج ومعلوماتك:  
أ - أكتب التفاعل الإجمالي الموافق لانطلاق  $O_2$  والمحفز بالضوء على مستوى الصانعات الخضراء في الظروف الطبيعية، مبينا حدوث تفاعلات الأكسدة والإرجاع.

ب - لخص بواسطة رسم تخطيطي التحولات الطاقوية التي تحدث في هذه المرحلة من التركيب الضوئي.



**II -** وضعت اشنة الكلورولا (نبات أخضر وحيد الخلية) في وسط مناسب يحتوي على  $^{14}\text{CO}_2$  (كربونه مشع) بكمية كافية وثابتة طويلة فترة التجربة، وعرضت تارة للضوء وتارة أخرى للظلام، قدرت نسبة الإشعاع في كل من الريبيلوز ثنائي الفوسفات الـ Rudip (مركب خماسي الكربون) وحمض فوسفوغليسريك الـ APG (مركب ثلاثي الكربون) طويلة فترة التجربة، الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة بالوثيقة (2).



1 - حلل النتائج المحصل عليها في المجال الزمني من 0 إلى 1900 ثانية.

2 - فسر النتائج المحصل عليها في المجال الزمني من 0 إلى 500 ثانية.

3 - باستغلالك لنتائج الوثيقة (2) وباستدلال منطقي، بين وجود علاقة بين كل من الـ APG والـ Rudip.

**III -** بالاستعانة بالوثيقتين (1) و(2) ومعلوماتك أنجز رسماً تخطيطياً وظيفياً تبرز فيه العلاقة بين الظواهر التي تتم في المرحلتين المدروستين.

## تمرين 41

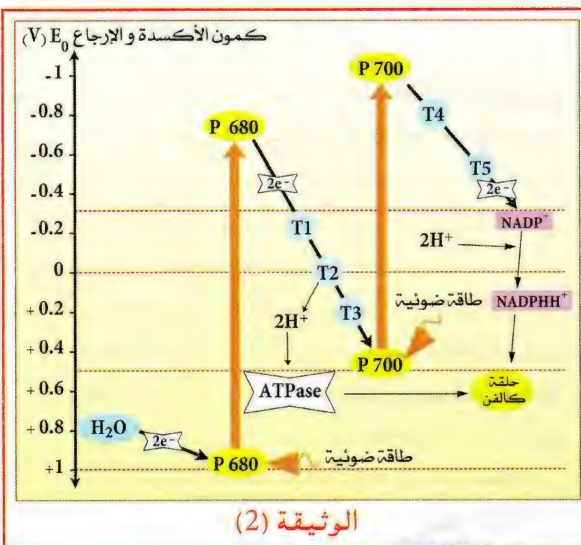


نرغب في هذا التمرين دراسة آليات تحويل الطاقة من طرف العضية الممثلة في الوثيقة (1):

**أ -** تعرف على العضية، ماهي الظاهرة الطاقوية التي تحدث على مستواها.

**ب -** أعد رسم العضية مع كتابة جميع البيانات اللازمة.

**ج -** لفهم بعض الآليات البيوكيميائية التي تتم على مستوى هذه العضية نقوم بالدراسة التي أجريت على الأنظمة الضوئية ونتائجها ممثلة في الوثيقة (2).



1 - حلل الوثيقة وماذا تستخلص حول الآلية الفيزيائية

لانتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية

الضوئية؟

2 - ماذا تستنتج حول آلية عمل الأنظمة الضوئية؟

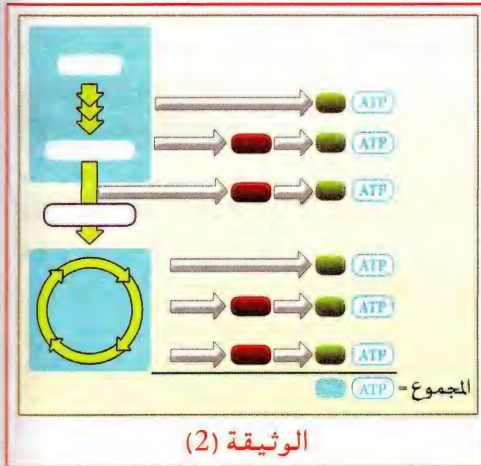
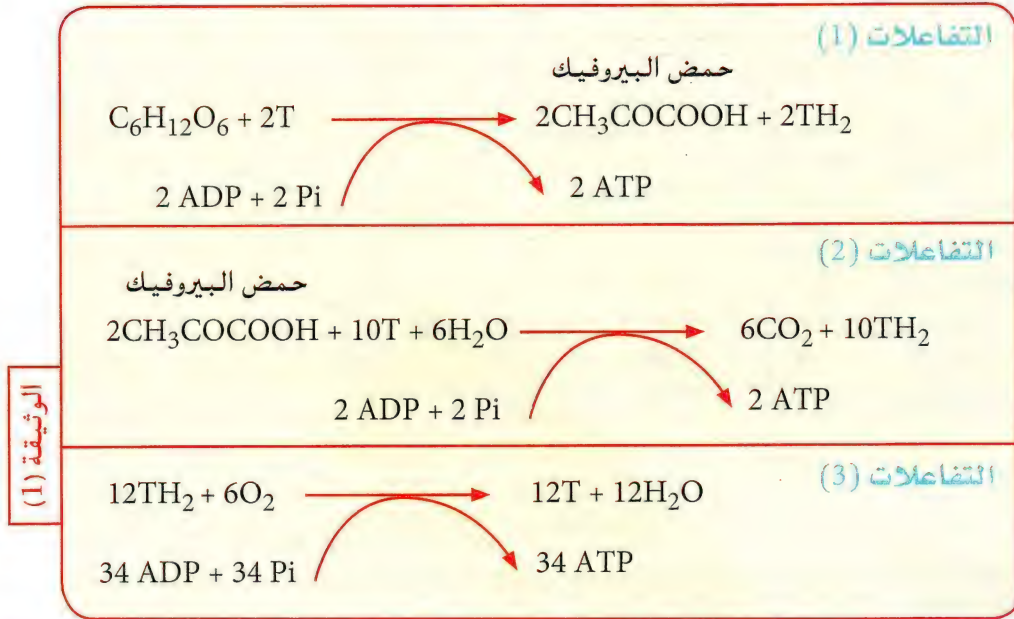
3 - ما هو مصير الإلكترونات المتحررة؟ مدعماً إجابتك بمعادلات.

4 - ماذا توفر التفاعلات الكيموضوئية لحلقة كالفن؟

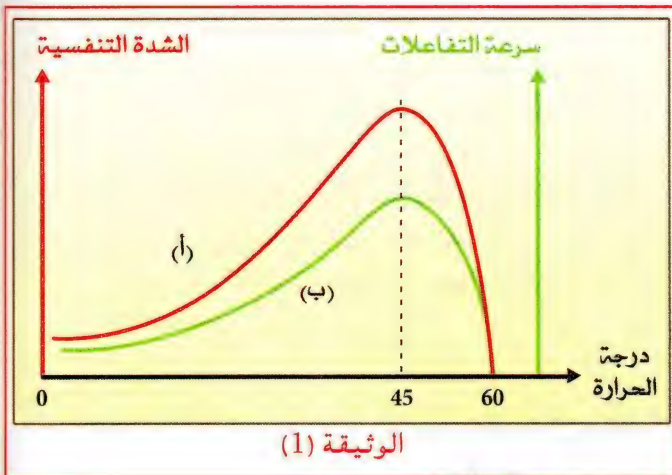
5 - بالاستعانة بما تقدم من هذه الدراسة ومعلوماتك أنجز رسماً تخطيطياً وظيفياً متقناً تبين فيه آليتي الظاهرة المدروسة.



تمثل الوثيقة (1) مجموعة من التفاعلات تحدث على مستوى الخلية الحية.



- 1 - أعط الاسم المناسب لكل من التفاعلات 1 ، 2 ، 3 ؟
- 2 - حدد بدقة المستوى الخلوي الذي تتم فيه كل مجموعة ؟
- 3 - حدد من بين هذه التفاعلات تلك التي تفسر تغير  $O_2$  في الوسط.
- 4 - حدد هوية T في التفاعلات السابقة.
- 5 - أ - إنطلاقاً من معطيات التمرين ومعلوماتك أكمل الفراغات بعد إعادة رسم الوثيقة (2).
- ب - ماذا تمثل هذه الوثيقة (2) ؟



- نقوم بتسجيل تغيرات الشدة التنفسية لنسج حي في وسط فيزيولوجي ملائم تتغير فيه درجة الحرارة وذلك بإستخدام تركيب تجريبي خاص.
- 1 - يمثل المنحنى (أ) من الوثيقة (1) النتائج المحصل عليها، حلل هذا المنحنى.
  - 2 - إن المنحنى (ب) من الوثيقة (1) يمثل تغيرات سرعة التفاعلات الإنزيمية بدلالة درجة الحرارة. نقوم بعزل مجموعة من الميتوكوندريات ونضعها في وسط غني بالأكسجين، نقيس كمية  $O_2$  في الوسط بعد إضافة عدة مواد إلى الوسط هي ونتائجها موضحة في منحنى الوثيقة (2).



أ - ما نوع العلاقة بين الشدة التنفسية وسرعة التفاعلات الأنزيمية ودرجة الحرارة؟

ب - حلل منحني الوثيقة (2). ماذا تستنتج؟

3 - نقوم بزرع خلايا حية في وسط غني بالأوكسجين ويحوي كمية قليلة من الغلوكوز المشع (G)، بعد ذلك نأخذ عينات في الأزمنة المتتالية 1، 2، 3، 4 فنلاحظ ظهور مواد مشعة وهي: حمض البيروفيك (P)، أحماض حلقة كريبس (K) وثاني أوكسيد الكربون  $CO_2$  وبين الجدول الموالي تموضع هذه المواد في الخلية.

أ - رتب ظهور هذه المواد حسب تسلسلها الزمني.

ب - فسر ظهور المواد المشعة الجديدة في هذه الأوساط.

ج - تفاعلات التنفس تتم على مرحلتين، حده هاتين المرحلتين.



الوثيقة (2)

الزمن	الوسط الخارجي		الوسط الداخلي
			الميتوكوندري
0 ز	G+++		
1 ز	G+	G++	
2 ز		P++	P+
3 ز			P+++ K+
4 ز	CO <sub>2</sub> +		K+++

+ إشعاع ضعيف ++ إشعاع متوسط +++ إشعاع قوي

## تمرين 44

لمعرفة العلاقة بين بنية ووظيفة العضية س نقوم بمايلي:

أ - تجربة: نقوم بتحضير مزرعتين من خميرة الخبز في إنائين مختلفين يحتوي كل منهما على محلول سكري نسد الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستمرار (وسط هوائي)، بعد مدة من الزمن، نأخذ عينة من كل إناء ونعالجها بمحلول أخضر جانوس الذي يعتبر ملونا حيويًا حيث يكون أخضرًا في الحالة المؤكسدة وشفافًا في الحالة المرجعة.

كانت النتائج المتحصل عليها كالتالي: ظهور حبيبات ملونة بالأخضر في الخلايا المأخوذة من الوسط الهوائي وعدم ظهورها في الخلايا المأخوذة من الوسط اللاهوائي. قدم تفسيرًا للنتائج المحصل عليها؟

ب - سمحت الملاحظة بالمجهر الإلكتروني النافذ لخلايا الخميرة بوضع الإشكال الموضحة في الوثيقة (1).

1 - قارن بين خلايا الخميرة المأخوذة من الوسطين؟ ماذا تمثل العضية س؟

2 - ما هي الفرضية التي يمكن تقديمها فيما يخص العلاقة بين وجود العضيات س وتهوية وسط الزرع؟

3 - إستنتج إذا مقر الأكسدة التنفسية؟

ج - إن العضيات س يتراوح طولها بين 0,5 إلى 2 ميكرون وقطرها بين 0,1 إلى 0,5 ميكرون، يمكن مشاهدتها بنيتها بالمجهر الإلكتروني النافذ. كما هو موضح في صورة الوثيقة (2) وتخطيطات الوثيقة (3).

1 - ضع بيانات الوثيقة (3).

2 - صف في بضعة أسطر بنية العضية س.



الوثيقة (1)

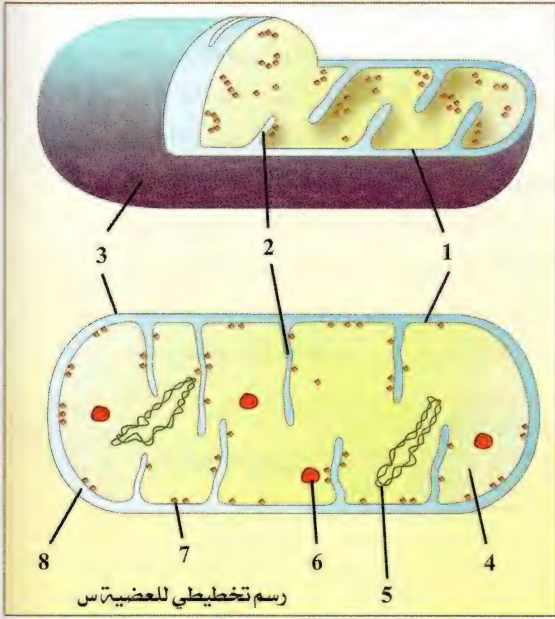


3 - إستنتج من ذلك ما يدل على أن للعضية س بنية حجرية.



صورة بالمجهر الإلكتروني النافذ لمقطع في العضية س

(الوثيقة (2)



رسم تخطيطي للعضية س

(الوثيقة (3)

د - أعطى التحليل الكيميائي لبعض مكونات الهيولي ولأجزاء من العضية س محصل عليها بتقنية الطرد المركزي النتائج المدونة في جدول الوثيقة (4)، كما توضح الوثيقة (5) توضع بعض هذه المكونات.

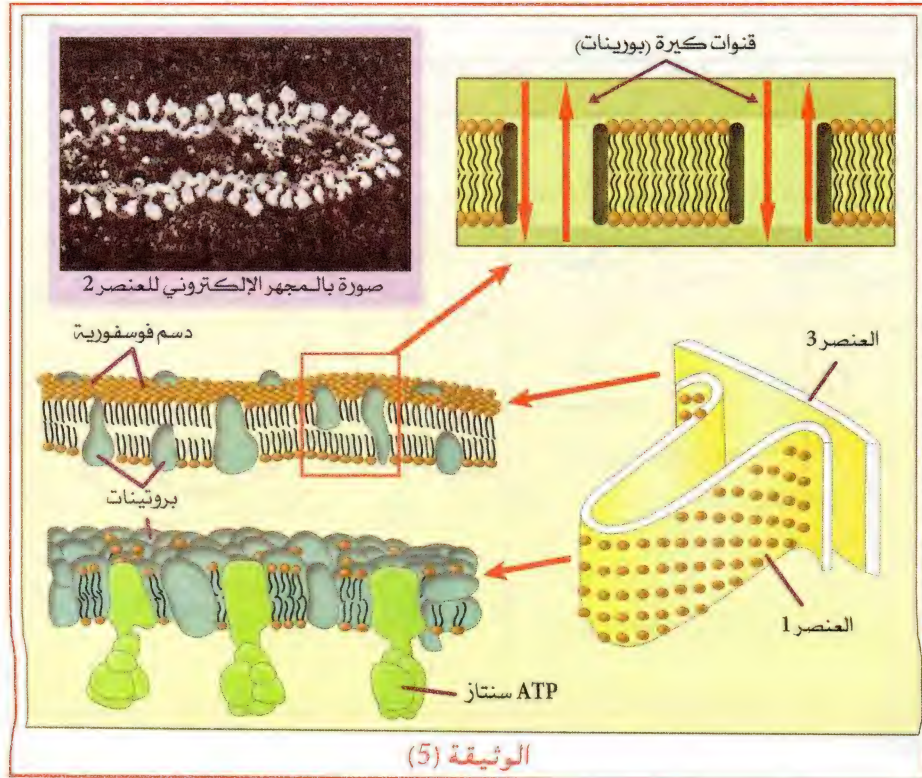
العضية س			المقر	نوع المادة
العنصر 3	العنصر 1	العنصر 4		
50 %	80 %			البروتينات
50 %	20 %			الدهن
				مواد الأيض
		+	+	حمض البيروفيك
		-	+	الغلوكوز
		+	-	أستيل مرافق الإنزيم (أ)
				البروتينات والإنزيمات
-	+	+	+	نازعات الهيدروجين
-	-	+	-	نازعات الهيدروجين والكربوكسيل
-	+	-	-	نواقل الإلكترونات
-	+	-	-	ATP Synthase
-	+	-	-	مضخات البروتونات
- غير موجود			+ موجود	

(الوثيقة (4)

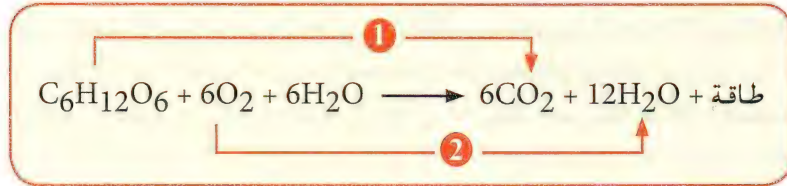
بالإعتماد على جدول الوثيقة (4) وأشكال الوثيقة (5).

- 1 - قارن بين مكونات كل من العنصر 1 والعنصر 3 للعضية س؟ ماذا تستخلص؟
- 2 - قارن بين بنية مكونات كل من العنصر 1 والعنصر 4 للعضية س؟ ماذا تستخلص؟
- 3 - إن وظيفة اية عضية مرتبطة أساسا بتركيبها الكيميائي، ماذا يمكن قوله حول وظيفة كل من العنصر 4 والعنصر 1 للعضية س؟





يمكن تلخيص التفاعلات الكيميائية للتنفس في المعادلة الإجمالية التالية:

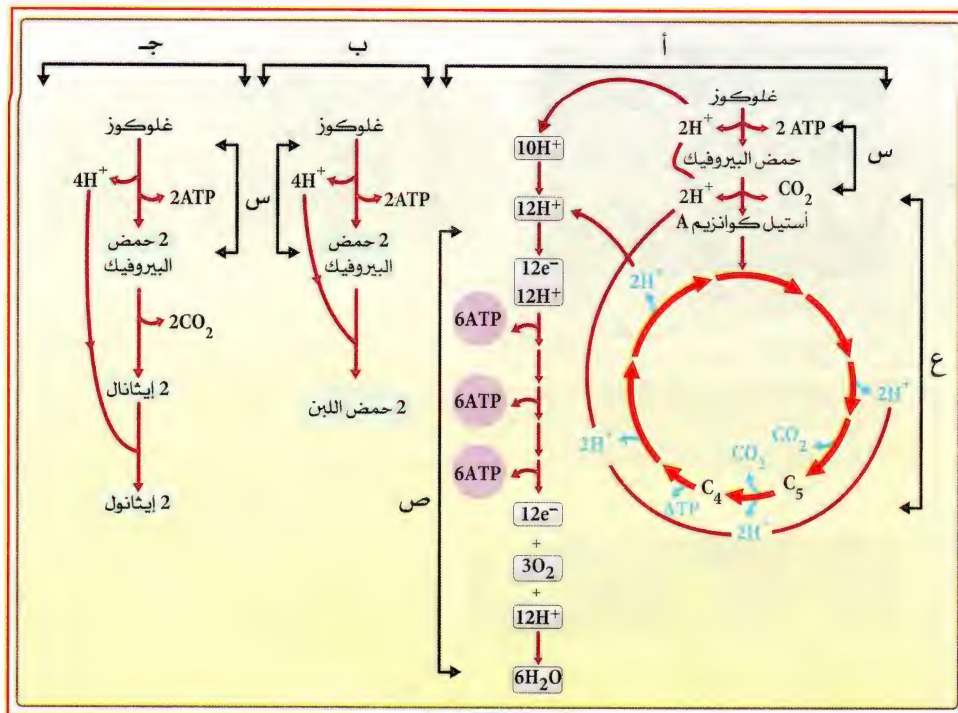


- 1 - إستخلص من المعادلة نوع التفاعل الذي حدث في 1 و 2؟
- 2 - إستنتج من المعادلة طبيعة تفاعلات ظاهرة التنفس؟

## تمرين 45

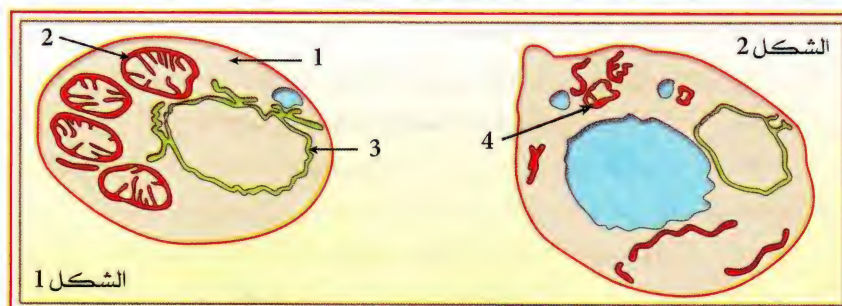
- 1 - إن تزويد خميرة الخبز بجلوكوز مشع  $\text{O}^{18}$  أو  $\text{C}^{14}$  يؤدي إلى طرح  $\text{CO}_2$  مشع في كلتا الحالتين، في حين إستعمال الجلوكوز العادي في وسط حيوي  $\text{O}_2^{18}$  (مشع) نلاحظ تشكل ماء مشع في مستوى خلايا الخميرة. - فسر هذه النتائج.
- 2 - إن إستعمال الجلوكوز من قبل الخلايا الحية تكون وفق أحد الطرق الممثلة في الرسوم التخطيطية في الصفحة الموالية: إن المرحلة (س) مشتركة بين المظاهر الثلاثة الممثلة بالمخططات أ، ب، جـ في حين (ع) و(ص) خاصتان بالظاهرة الممثلة بالمخطط أ. أ - تعرف على المراحل س، ص، ع وحدد مقر حدوث كل مرحلة على المستوى الخلوي. ب - حدد المستوى الخلوي الذي يتم فيه تفاعلات الظاهرة الممثلة في ب. جـ - تعرف على الظواهر أ، ب، جـ مع التعليل.
- 3 - أ - احسب المردود الطاقي للظواهر أ، ب، جـ إذا علمت أن مول واحد من الجلوكوز تحمل طاقة مقدارها 2860 كيلوجول وأن مول واحد من الـ ATP تحمل طاقة مقدارها 30,5 كيلوجول. ب - ما مصير ما تبقى من الطاقة في الظاهرة "جـ"؟ علل إجابتك.





نصب في أنبوب اختبار نظيف كمية من وسط مغذي إصطناعي يحتوي على مادة الاغار Agar بنسبة 2 % (وسط هلامي) وغلوكوز بنسبة 12 % (عامل مغذي)، وبعد ذلك تغرس فيه وبشكل عمودي إبرة تشريح سبق غمسها في معلق الخميرة، ثم يوضع الأنبوب في مكان درجة حرارته 37 م° وبعد مضي 48 ساعة حصلنا على النتائج الموضحة في الوثيقة التالية :

- 1 - ماذا يمكنك إستنتاجه بخصوص وسط معيشة فطر الخميرة؟ علل إستنتاجك.
- 2 - ماذا تستنتج بخصوص كمية الغلوكوز على طول خط الزرع علما وأن النمو كان بنفس المعدل على طول خط الزرع؟ لماذا؟



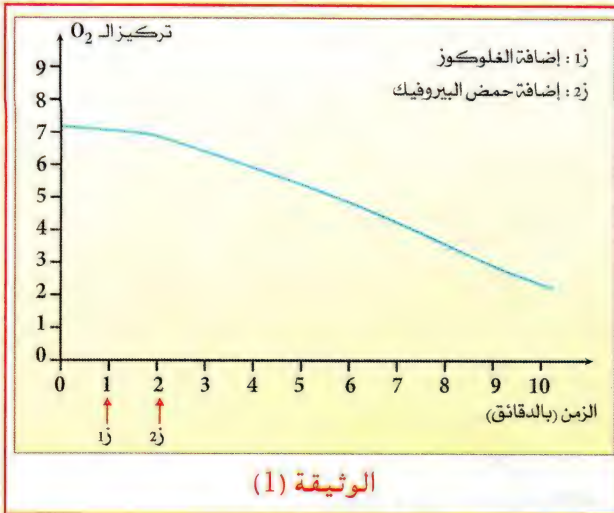


- 1 - أكتب البيانات المشار إليها بالأرقام التالية 1، 2، 3، 4.
- 2 - حدد المنطقة التي أخذت منها كل خلية، علل إجابتك.
- ج - التحليل الكيماوي أثبت بأن النمو الفطري صاحبه تشكيل مادة كيميائية مميزة، والجدول التالي يتضمن كمية تلك المادة بدلالة العمق :

العمق بالسـم إبتداءً من السطح	كمية المادة (بالمـلغ)
0	0
1	0,7
2	1,3
4	2,5
7	4,2

- 1 - عبر عن هذه النتائج بمنحنى بياني.
- 2 - ماذا تستنتج بعد تحليلك للمنحنى؟
- 3 - تعرف على المادة المتشكلة، أكتب صيغتها الكيميائية وماهي الظروف التي أدت إلى تشكيلها؟ (معبراً عن ذلك بمعادلة كيميائية).
- 4 - كخلاصة: قدم دراسة مقارنة بخصوص الظاهرة المدروسة من حيث :
  - النواتج النهائية.
  - مقرر حدوثها.
  - المحصلة الطاقوية لكل جزيئة غلوكوز.

## تمرين 47



لعرفة الركيزة العضوية المستعملة من قبل الميتوكوندري نقوم بالتجارب التالية:

**أ - تجربة 1:** لغرض التعرف على مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري تم عزل ميتوكوندري من خلايا كبد الجرذ باستعمال تقنية الطرد المركزي فائق السرعة، تم وضع الميتوكوندري المعزولة في وعاء المفاعل الحيوي المغلق بإحكام و المحتوي على محلول منظم، تم قياس كمية الأكسجين داخل الوعاء عن طريق لاقط الأكسجين ضمن تركيب تجريبي مدعم بالحاسوب تمت إضافة مواد أيض مختلفة عند الأزمنة:

1 = 1 د إضافة الغلوكوز.

2 = 2 د إضافة حمض البيروفيك.

نتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة (1).

**ب - تجربة 2:** يعتبر حمض البيروفيك أحد نواتج التحلل السكري للغلوكوز، لإظهار على أي مستوى من الخلية يتم التحلل السكري؟ وما هو مصير حمض البيروفيك؟ نقوم بالتجربة التالية:

نحضر مزرعتين من خميرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على سكر الغلوكوز المشع ( $G^*$ )، نسد الإناء الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستمرار (وسط هوائي).

يتم تتبع ظهور الإشعاع داخل خلايا الخميرة على فترات زمنية مختلفة، النتائج موضحة في الجدولين (أ و ب) من الوثيقة (2) في الصفحة الموالية.

$P^*$  = حمض البيروفيك المشع و  $A_1^*$  و  $A_2^*$  و  $A_3^*$  = نواتج مشتقة مشعة من حمض البيروفيك.

1 - حلل النتائج التجريبية في الجدولين (أ ، ب)؟ ماذا تستخلص؟

2 - حدد في أي ظرف تم الحصول على الجدولين (أ و ب)؟

3 - حدد مصير و مقرر تحول حمض البيروفيك في الحالتين؟



الزمن	الوسط	الهيولى	الميتوكوندري	الزمن	الوسط	الهيولى	الميتوكوندري
0	G*			0	G*		
1	G*	G*		1	G*	G*	
2		P*	P*	2	P*	P*	
3		A <sub>2</sub> * + P*		3		A <sub>1</sub> * + P*	
4		A <sub>2</sub> *	*CO <sub>2</sub>	4		A <sub>3</sub> *	*CO <sub>2</sub>

الجدول (أ) الوثيقة (2) الجدول (ب)

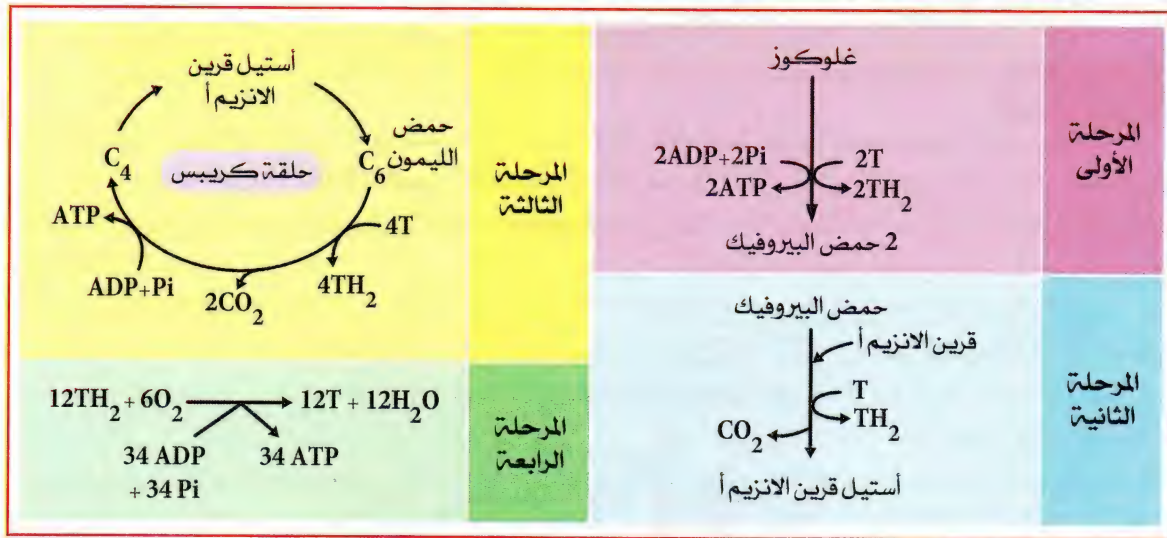
ج - يتحلل الجلوكوز تدريجياً بوجود أنزيمات خاصة إلى حمض البيروفيك خلال سلسلة من التفاعلات كما يبينه المخطط الموالي (الوثيقة 3).



- 1 - مثل التفاعلات 1، 3، 6، 7 و 10 بمعادلات بسيطة؟
- 2 - إستنتج نوع التفاعل الذي حدث في كل حالة اعتماداً على الحالات التالية : أمهة ATP، تركيب ATP، تفاعلات أكسدة وإرجاع؟
- 3 - هل حصيللة عدد ATP إيجابية أم سلبية؟ علل إجابتك؟
- 4 - لخص تفاعلات التحلل السكري في معادلة إجمالية بسيطة؟

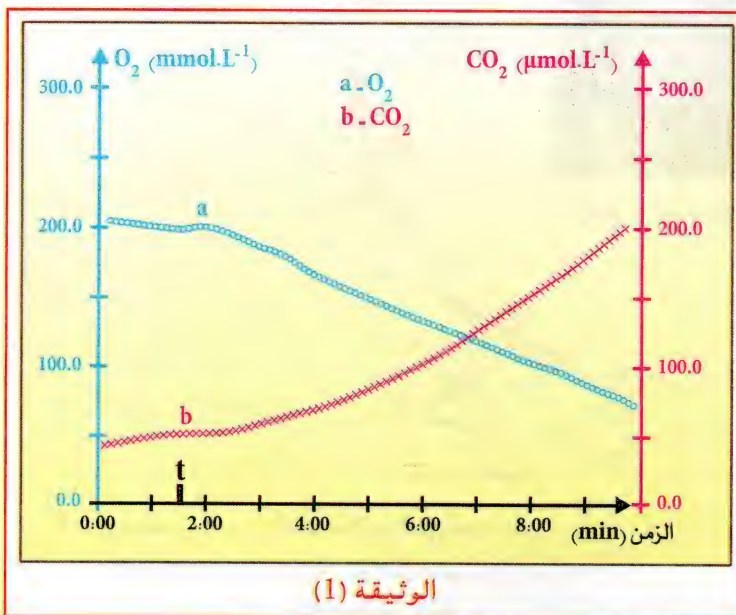


يمثل مخطط الوثيقة الموالية المراحل الأساسية لهدم الجلوكوز داخل الخلية الحية.



- 1 - حدد المستوى الخلوي الذي تتم فيه كل مرحلة من المراحل الأربعة.
- 2 - حدد هوية T في المرحلة الأولى وأكتب التفاعل الذي يحدث في مستواه.
- 3 - حدد المراحل المشتركة بين التنفس الهوائي والتخمير.
- 4 - ما هو مصير الـ  $O_2$  الممتص في عملية التنفس.
- 5 - أحسب الحصة الطاقوية للهدم الكلي للجلوكوز.
- 6 - أحسب المردود الطاقوي لكل من التنفس والتخمير إذا علمت أن مول جلوكوز يحوي 2860 kJ ومول ATP يحوي 30,5 kJ.

لمتابعة مراحل تفكك حمض البيروفيك في التنفس الهوائي نقدم مايلي:

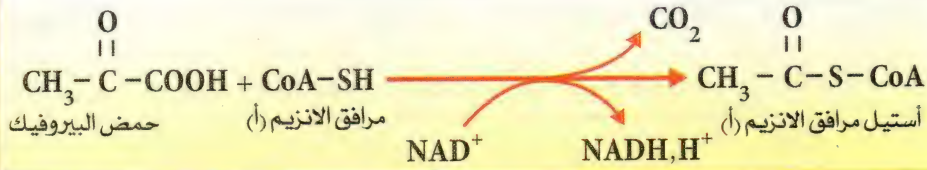


الوثيقة (1)

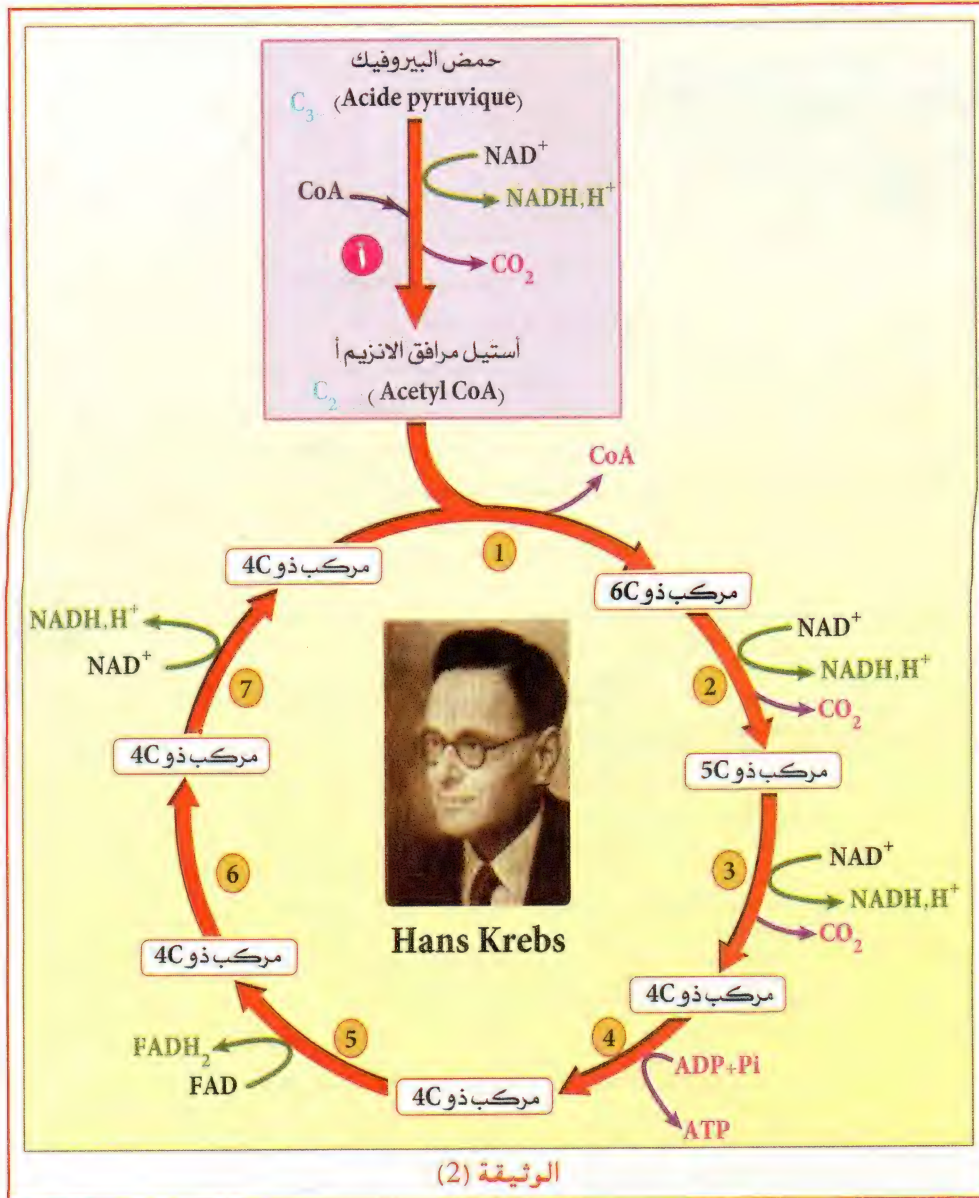
أ - تم وضع معلق من الميتوكوندري في وسط غني بالأكسجين في جهاز الـ EXAO ثم حقنت كمية من حمض البيروفيك في الزمن (t). تم قياس تركيز الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون عن طريق لاقطين، النتائج المتحصل عليها مبينة في الوثيقة (1).

ب - بينت التجارب أن تحويل حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم (أ)، يتم بواسطة معقد إنزيمي كبير يقوم بنزع الهيدروجين وثنائي أكسيد الكربون وفق المعادلة الموجودة في الصفحة الموالية :  
- ماذا تمثل هذه الخطوة للمرحلة اللاحقة ولماذا تكتب معها؟





➡ - يدخل الأستيل مرافق الإنزيم (أ) في سلسلة من التفاعلات وذلك خلال دورة كيميائية تدعى بحلقة كريبس (نسبة إلى العالم Hans Krebs الذي إكتشفها) وذلك بتدخل مجموعة من الإنزيمات (نازعات الكربوكسيل والهيدروجين، أو نازعات للهيدروجين فقط)، تلخص الوثيقة الموالية (الوثيقة 2) أهم مراحل هذه الحلقة بالإضافة إلى الخطوة السابقة ب.



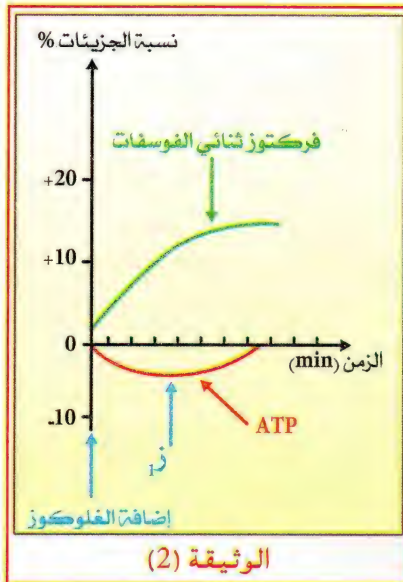
- 1 - إستخرج نوع التفاعلات التي حدثت في 1، 2، 3، 4، 5، 7، 8 (تركيب ATP، تفاعلات أكسدة، تفاعلات كربوكسيل تأكسدية، تفاعل ضم).
- 2 - إستخرج عدد جزيئات  $\text{CO}_2$  المطروحة خلال مراحل الدورة إنطلاقاً من جزيئة غلوكوز واحدة؟



- 3 - حدد عدد و نوع المرافقات الإنزيمية المرجعة خلال حلقة كريبس واحدة؟  
 4 - لخص معادلات الوثيقة (2) في معادلة إجمالية بسيطة واحدة.  
 د - أستنتج الحصلة الأولية للتحلل السكري وحلقة كريبس إنطلاقاً من جزيئة غلوكوز (تشمل الحصلة عدد  $\text{ATP}$  ،  $\text{CO}_2$  ،  $\text{FADH}_2$  ،  $\text{NADH.H}^+$ ).

## تمرين 50

- تريد من هذه الدراسة إظهار بعض جوانب الآلية المؤدية إلى إنتاج الـ  $\text{ATP}$  من قبل خلايا الخميرة.  
 1 - تمثل الوثيقة (1) ما فوق بنية الخميرة التي تستطيع العيش في وسط لا هوائي.  
 أ - ضع البيانات حسب الترتيب وماذا يمثل العنصر (س).  
 ب - بين بأن هذه الخلية مأخوذة من وسط هوائي.  
 2 - نضع خلايا الخميرة في المفاعل الحيوي لجهاز الإكزاو يحتوي الغلوكوز وبواسطة لاقطين تمكنا من دراسة تغيرات تركيز كل من فركتوز 1-6 فوسفات والـ  $\text{ATP}$  بدلالة الزمن والنتائج الظاهرة على شاشة الحاسوب مبينة في منحنيات الوثيقة (2).  
 من معطيات الوثيقة ومعلوماتك أكتب المعادلة الكيميائية التي حدثت بين ز0 - ز1، ثم حدد على أي مستوى من خلية الخميرة يتم التفاعل السابق.



الوثيقة (2)

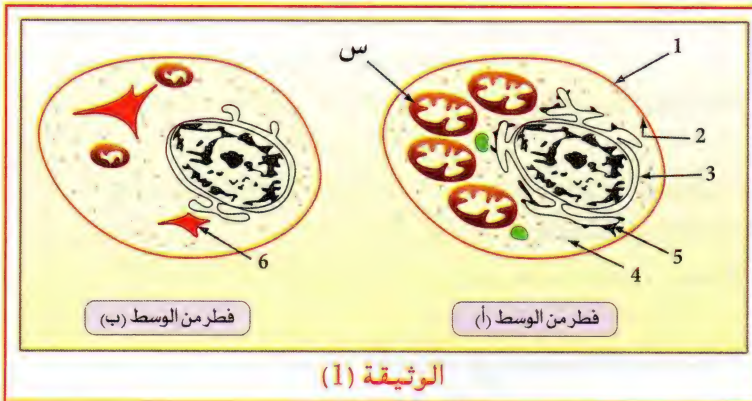


الوثيقة (1)

- 3 - عبر بتفاعل كيميائي إجمالي ما يحدث على مستوى كل من العناصر 2، 3 من الوثيقة (1).  
 4 - لماذا يطلق على التفاعلات التي تحدث على مستوى العنصر 2 بتفاعلات الأكسدة والإرجاع؟

## تمرين 51

- خميرة فطر مجهري وحيد الخلية عديم اليخضور، بنيته وإنتاجه للطاقة يتغيران حسب وسط حياته.  
 أ - زرعت فطريات الخميرة في وسطين مختلفين (أ ، ب)، والوثيقة (1) تظهر شكلين تخطيطيين أخذاً عن المجهر الإلكتروني لفطر الخميرة من الوسطين المذكورين.  
 1 - أكتب بيانات العناصر المرقمة من الوثيقة (1).  
 2 - ماذا يمكنك أن تستنتج من التحليل المقارن للشكلين (أ) و(ب)؟  
 3 - حدد إذن الاختلاف بين طبيعة الوسطين (أ) و(ب).  
 ب - التحليل الكيميائي للوسطين (أ ، ب) مكننا من تسجيل النتائج المدونة في الجدول الموالي:



الوثيقة (1)



المادة (المنتجة - المستعملة)	الوسط - أ -	الوسط - ب -
حجم الأكسجين ( $O_2$ ) المستعمل	0,75 ل	0
حجم ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) الناتج	0,74 ل	0,24 ل
كتلة الإيثانول الناتجة	0	0,46 غ
كتلة الغلوكوز المستعملة	1 غ	1 غ
كتلة الخميرة المنتجة	0,6 غ	0,02 غ

## تمرين 52

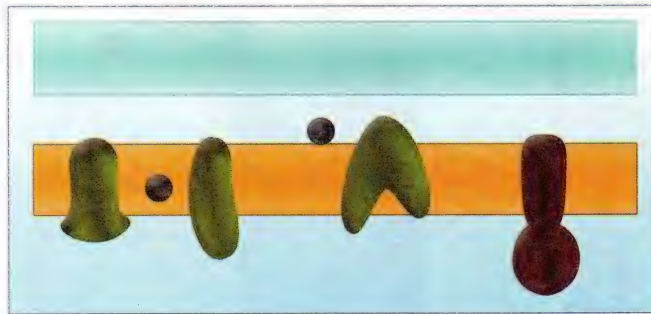
- 1 - فسر نتائج الجدول.
- 2 - قارن بين نسبة نمو الخميرة في الوسطين أ ، ب.
- 3 - أكتب المعادلات الكيميائية الإجمالية المناسبة لكل وسط.

الجزء	التركيب الكيميائي
الغشاء الخارجي	40 % فوسفوليبيد 60 % بروتينات (تركيب مشابه للغشاء الهيلي)
الغشاء الداخلي	80 % بروتينات عدة إنزيمات منها ATPase
المادة الأساسية	عدة إنزيمات. نواقل للإلكترونات والبروتينات. حمض البيروفيك أستيل مرافق الانزيم - أ -

يبين الجدول الموالي التركيب الكيميائي لأجزاء من الميتوكوندري.

- 1 - حسب هذا الجدول ماذا تستنتج فيما يخص الأجزاء الأكثر نشاطا في الميتوكوندري؟
- 2 - كيف تفسر غياب الغلوكوز في المادة الأساسية علما أنه هو المادة الإيضائية الأساسية في التنفس الخلوي؟
- 3 - أ - ماهي العلاقة بين النواقل الموجودة في المادة الأساسية وأنزيمات الغشاء الداخلي؟

ب - وضع هذه العلاقة باستعمال رسم الوثيقة الموالية بعد إعادة نقله وكتابة البيانات عليه.

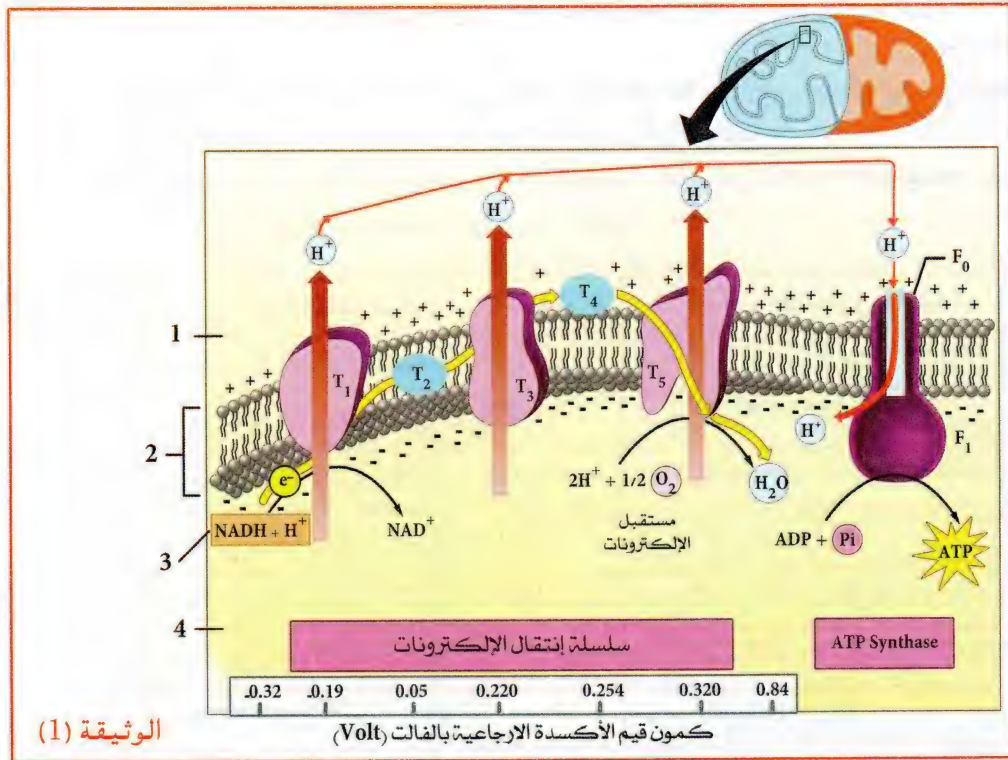


## تمرين 53

- أ - مكنت الدراسات المختلفة من تحديد آلية حدوث الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري والوثيقة (1) تلخص مراحل هذه الآلية :
- 1 - باستغلال معطيات الوثيقة (1) حدد الآلية الفيزيائية لانتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية، معتمدا على قيم كمون الأكسدة الإرجاعية.
- 2 - علل إنخفاض PH خارج الميتوكوندريا بالاستعانة بمخطط الفسفرة التأكسدية؟
- 3 - أحسب فرق كمون الأكسدة الإرجاعية بين الشنائيتين  $NAD^+/NADH, H^+$  والنامل  $T_2$ . ماذا تستنتج؟
- 4 - إذا علمت أن هذا الفرق في الكمون يمثل طاقة متحررة، فيما تستعمل هذه الطاقة مستعينا بمخطط الفسفرة التأكسدية؟
- 5 - حدد المستقبل الأخير للإلكترونات في السلسلة التنفسية؟

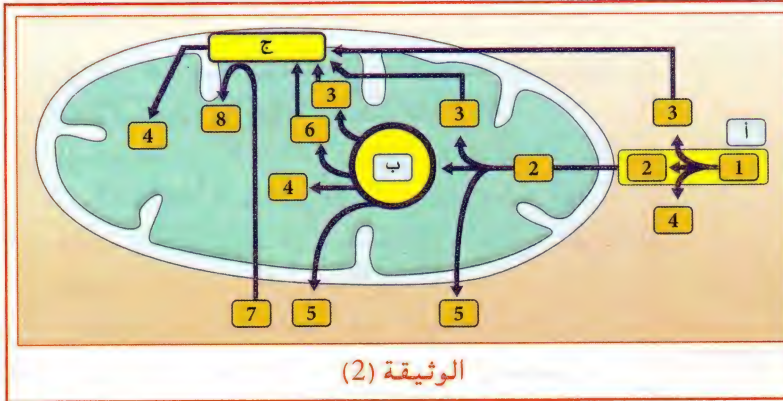


6 - ضع البيانات على الوثيقة (1) حسب الترتيب؟



ب - إذا علمت ان الطاقة المتحررة من أكسدة  $\text{NADH.H}^+$  تعادل 3ATP وأن الطاقة المتحررة من أكسدة  $\text{FADH}_2$  تعادل 2ATP، أحسب الحصيلة الطاقوية القابلة للاستعمال (عدد جزيئات الـ ATP) الناتجة من هدم جزيئة من الغلوكوز في الوسط الهوائي؟

ج - تمثل الوثيقة (2) رسماً تخطيطياً يوضح مختلف تفاعلات تحويل الطاقة الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال في وسط هوائي.



إطلاقاً من المعلومات المتوصل إليها ومعلوماتك:

1 - ضع عنواناً للوثيقة (2).

2 - اكتب بيانات الوثيقة (2).

3 - ماذا تمثل الحرف (أ، ب، ج)؟

د - أنجز مخططاً تلخص فيه مجموع الظواهر السابقة لتحويل الطاقة الكيميائية في الوسط الهوائي واللاهوائي.

تمرين 54

أ - تعالج خلايا حيوانية بأخضر جانوس (أخضر في حالة الأكسدة وعديم اللون في حالة الإرجاع)، نلاحظ زوال لون أخضر جانوس في كل أجزاء الخلية، ماعداً في مستوى المصورات الحيوية (الميتوكوندريات).

- ماذا تستنتج فيما يخص مقر الأكسدة الخلوية؟

ب - إن قياس الشدة التنفسية لحميرة الخبز الموجودة في محلول سكري عند إضافة حمض الفسفور  $\text{H}_3\text{PO}_4$  يعطي النتائج التالية:

- إزداد الشدة التنفسية.



– نقص كمية الغلوكوز وحمض الفسفور في الوسط.  
وعند إستخدام حمض الفسفور ذو الفسفور المشع يلاحظ أن الفوسفور يتثبت على الغلوكوز داخل الخلية. ماذا تستنتج؟

3 – نزرع نسيجا حيوانيا في محلول غلوكوز وفي جو أزوتي ( $O_2$  خال من  $O_2$ )، نلاحظ وجود حمض اللبن في الوسط.

– فسر هذه الملاحظة، واستنتج مصير الغلوكوز في الخلايا الحيوانية والنباتية.

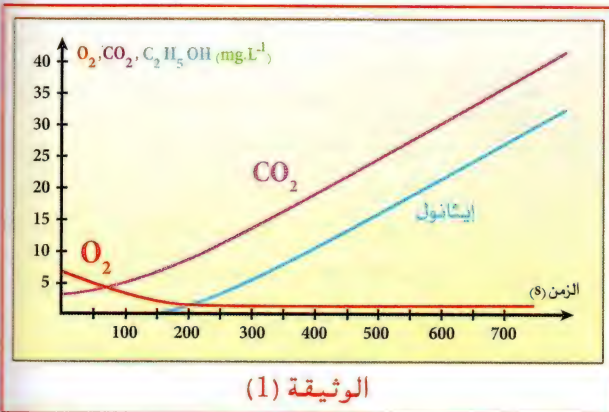
4 – الجدول التالي يبين التجارب التي أجريت على عينات من الخميرة (كائن حي احادي الخلية تنعدم به الصانعات الخضراء) هذه العينات وضعت في أوساط متغيرة من تجربة لآخرى.

رقم التجربة	تركيب الوسط الموجود فيه الخميرة	النتائج المتحصل عليها
1	وسط به $O_2$ و $H_2O + C_6H_{12}O_6$	طرح $C^*O_2$
2	وسط به $O_2$ و $H_2O + C_6H_{12}O^*_6$	طرح $C^*O_2 + C^*O^*_2$
3	وسط به $O_2$ و $H_2O^* + C_6H_{12}O^*_6$	طرح $CO^*_2$
4	وسط به $O^*_2$ و $H_2O + C_6H_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H_2O^*$
5	وسط به $O^*_2$ و $H_2O + C_6H^*_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H_2O^* + H^*_2O^*$
6	وسط به $O^*_2 + H^*_2O + C_6H_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H_2O^* + H^*_2O^*$
7	وسط به $O^*_2 + H^*_2O + C_6H^*_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H^*_2O^*$

\* يشير إلى الإشعاع

أ – من كل تجربة إستخرج العلاقة بين المواد المستهلكة و المواد المطروحة.  
ب – أكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية التي تعبر عن هذه الظاهرة؟ ما هو مقرها؟

## تمرين 55



نريد في هذه الدراسة التوصل إلى مصير حمض البيروفيك بغياب الأكسجين، من أجل ذلك نقوم بمايلي:

أ – بإستخدام جهاز الـ EXAO والمزود بلاقط لـ  $O_2$  وآخر لـ  $CO_2$  ولاقط لقياس الإيثانول، يتم وضع خلايا خميرة الخبز في وسط غني بالغلوكوز، نتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة (1).

– حلل المنحنى، ماذا تستنتج؟

ب – تجربة: تم توزيع معلق من خميرة الخبز في محلول من الغلوكوز (0,2 غ/ل من الخميرة و 5 غ/ل من الغلوكوز) في إناءين موضوعين في حمام مائي في  $30^\circ C$ .

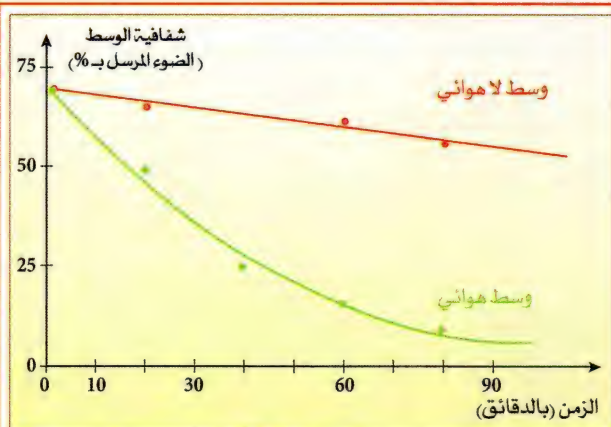
يتم تهوية الإناء الاول بإستمرار لتوفير الأكسجين، تستهلك الخميرة في الإناء الثاني الأكسجين المتواجد في بداية التجربة (يصبح الوسط بعد ذلك لا هوائيا)، نأخذ عينات من الوسط على فترات زمنية منتظمة (كل 20 دقيقة) لقياس تطور كتلة الخميرة والنتائج موضحة في منحنى الوثيقة (2).

ملاحظة: يركز هذا القياس على مبدأ بسيط حيث ان شفافية الوسط تقل بزيادة عدد الخلايا في وحدة الحجم.

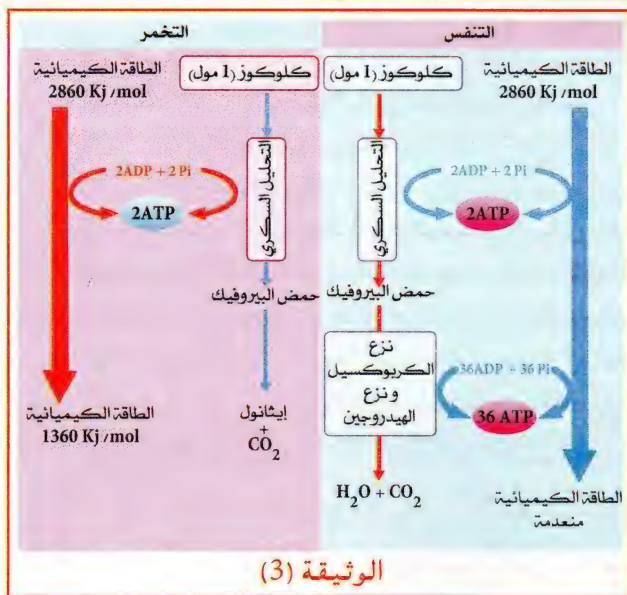
1 – حلل نتائج التجربة، ماذا تستنتج حول مردود إنتاج الخميرة في الحالتين؟

2 – قارن بين تطور كتلة الخميرة في الوسطين (هوائي ولاهوائي)؟ علل ذلك؟

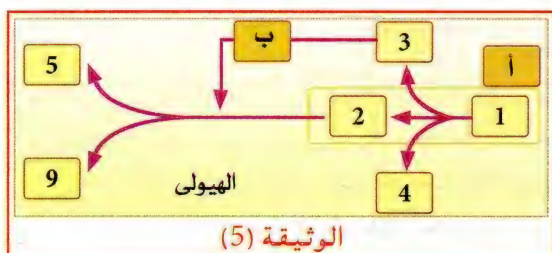




(2) الوثيقة



(3) الوثيقة



(5) الوثيقة

ج - يعتبر كل من التنفس والتخمير ظاهرتان تعملان على تحرير الطاقة ولكن الحصىلة الطاقوية جد مختلف كما تبينه الوثيقة (3).

- حدد كمية الطاقة الناتجة عن هدم جزيئة واحدة من الغلوكوز أثناء كل آلية وأحسب المردود.

د - يتطلب إستمرار التحلل السكري تجديد نواقل الهيدروجين، تلخص الوثيقة (4) هذه الآلية.

1 - كيف يتم تجديد المرافقات الإنزيمية لإستمرار التحلل السكري وتركيب الـ ATP خلال عملية التخمير؟

2 - قارن آلية تجديد المرافقات الإنزيمية في كل من التنفس والتخمير.

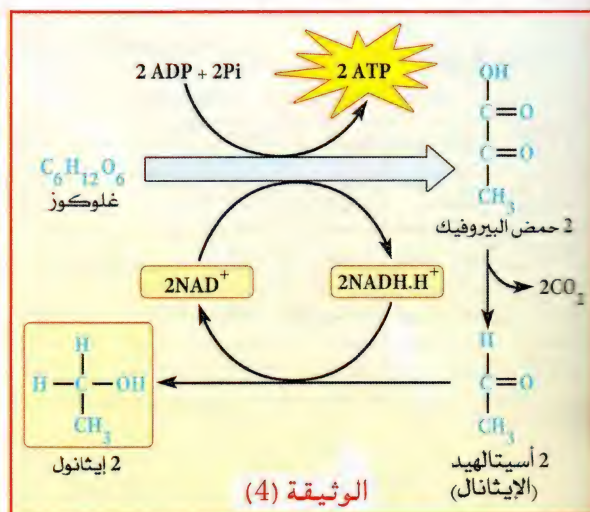
3 - بإستغلال المعطيات السابقة مثل بمعادلة إجمالية بسيطة ظاهرة التخمير إنطلاقاً من جزيئة غلوكوز واحدة.

هـ - إليك الوثيقة (5) اعتماداً على ماسبق ومعلوماتك أجب عن الأسئلة:

1 - ضع عنواناً للوثيقة (5).

2 - اكتب بيانات الوثيقة (5).

3 - ماذا يمثل الحرفان (أ، ب)؟



(4) الوثيقة

## تمارين 56

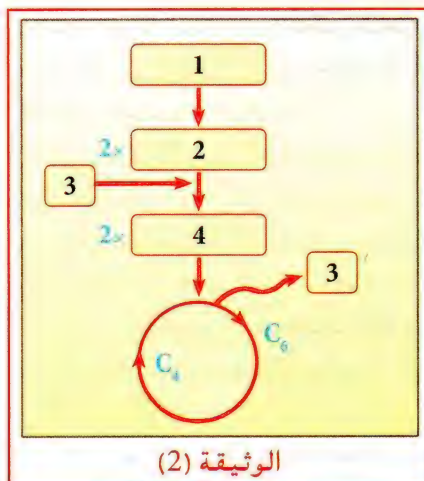
1 - يوضح الجدول الممثل بالوثيقة (1) تغيرات إستهلاك الـ  $O_2$ ، وتغيرات تركيب الدم المعبر عنها بكمية حمض اللبن المتشكلة وذلك أثناء جهد عضلي لعضلات مزودة بإستمرار بالأوكسجين، تبعاً لتغير شدة الجهد المبذول عند شخص بالغ يزن 70 كلغ.

أ - فسر ظهور حمض اللبن في الدم بكميات كبيرة رغم الإستهلاك المعبر للأوكسجين من طرف الخلايا العضلية.

ب - إستنتج الظاهرتين الحيويتين اللتين حدثتا أثناء الجهد العضلي مع التعليل، ثم عبر عن الظاهرتين بمعادلتين إجماليتين.

2 - مكنت الدراسات التجريبية من إعداد المخطط البيوكيميائي الممثل في الوثيقة (2).





حمض اللبن غ/ل	إستهلاك O <sub>2</sub> ل/د	الجهد كج/د
آثار	2,17	44
آثار	2,8	52
آثار	3,01	58,2
1,958	3,04	68
13,43	3,04	79,5
26,8	3,04	92
37,66	3,04	101

أ - أتم هذا المخطط البيوكيميائي وذلك بتسمية مختلف مراحل وتحديد مقرها على المخطط مع تمثيل الأحداث التالية :  
 - نزع الكربوكسيل من المادة الأيضية.  
 - نزع الهيدروجين من المادة الأيضية.  
 - تشكيل الـ ATP.

### الوثيقة (3)

أ - فسر النتائج المحصل عليها.



إن حياة الخلية مرتبطة بتبادل مستمر للمادة والطاقة مع محيطها، وفي إطار معالجة الجانب الطاقوي في حياة الخلية تمت الدراسة التالية:

I - سمحت الملاحظة المجهرية لبعض مكونات الخلية من جهة والتحليل الكيميائي لهذه المكونات من جهة أخرى بالحصول على الوثيقة (1).

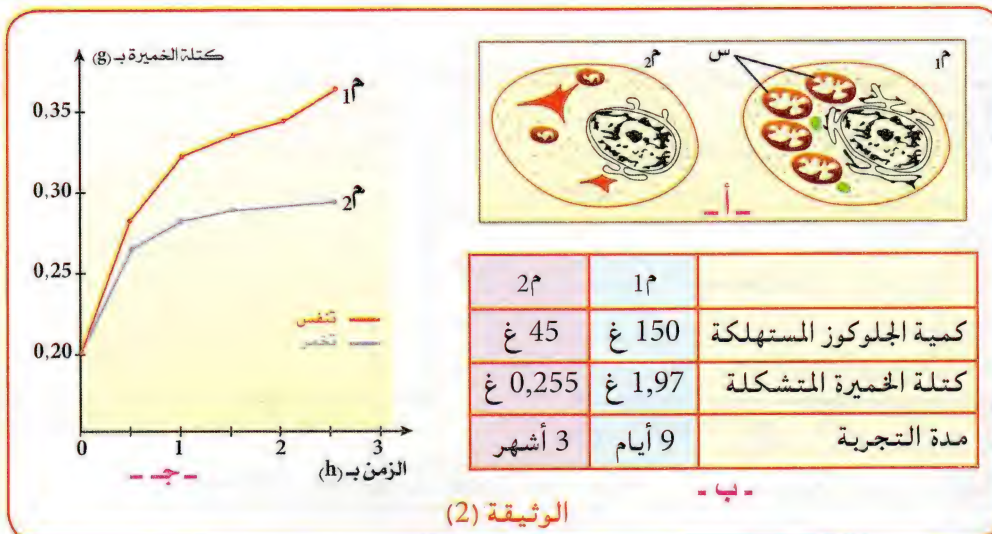


الوثيقة (1)

- 1 - إعتقادا على محتوى الوثيقة (1) ماذا تمثل الأشكال أ، ب، ج؟
  - 2 - صف البنية المثلثة بالشكل (أ).
  - 3 - ضع بيانات الشكل (ج) وقارن بين العنصرين (1) و(3)، ثم فسر أوجه الاختلاف الملاحظة.
- II - إن خميرة الجعة (البيرة) قادرة على التكيف مع محيطها باختلاف شروط هذا المحيط، وهذا ما تظهره التجربة التالية :

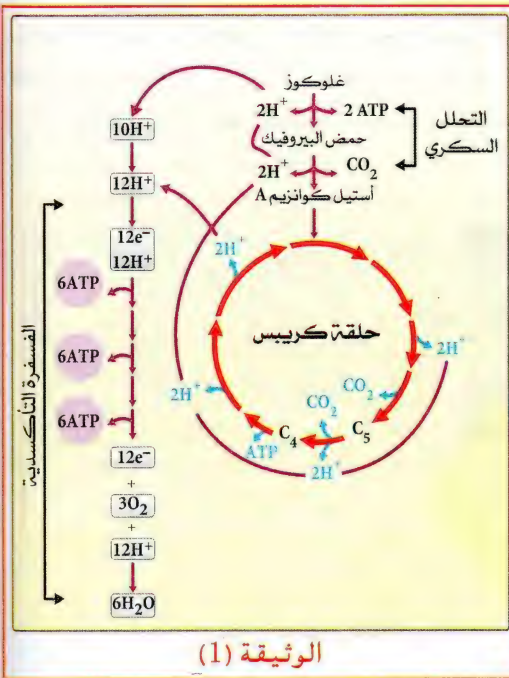
حضرنا مزرعتين لخميرة العجة (1م ، 2م) تحتوي كل مزرعة على 25 ملل من محلول الجلوكوز بتركيز 10 غ/ل، مضاف إليه 25 ملل من معلق الخميرة بتركيز 0,4 غ/ل، نضع المزرعتين في درجة حرارة 30° م إحداهما في وسط هوائي والأخرى في وسط لا هوائي، النتائج المحصل عليها مدونة في الوثيقة (2).

- 1 - قارن بين بنيتي الخميرة في الشكل (أ). ماذا تستخلص من هذه المقارنة؟
- 2 - بإستغلال جدول الوثيقة (2) (الشكل ب)) حلل نتائج متابعة نمو الخميرة في الوسطين.
- 3 - قدم تحليلا مقارنا للمنحنين 1م ، 2م في الشكل (ج) من الوثيقة (2).
- 4 - فسر العلاقة بين نمو الخميرة وبنيتها في كل من الوسطين.
- 5 - ماذا تستخلص حول قدرة الخميرة على التكيف مع محيطها؟

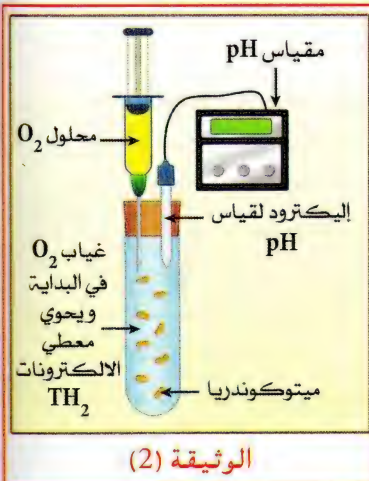


الوثيقة (2)





الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

إن الأحماض الأمينية عندما ترتبط مع بعضها بروابط ببتيدية أثناء تركيب البروتينات تحتاج إلى طاقة مصدرها الـ ATP. والوثيقة (1) تمثل بعض التفاعلات التي تحدث على مستوى الخلايا الحية لإنتاج الـ ATP.

1 - أ - حدد المقر الخلوي لحدوث تفاعلات:

التحلل السكري، حلقة كريبس، الفسفرة التأكسدية.

ب - أحسب عدد جزيئات الـ ATP و CO<sub>2</sub> المتشكلة عند إستعمال مول واحد غلوكوز.

ج - أكتب المعادلة الإجمالية لكل تفاعل من التفاعلات الثلاث المذكورة في السؤال (أ).

2 - لتحديد بعض الظروف الضرورية لإنتاج الـ ATP على مستوى الميتوكوندري إليك المعطيات التالية:

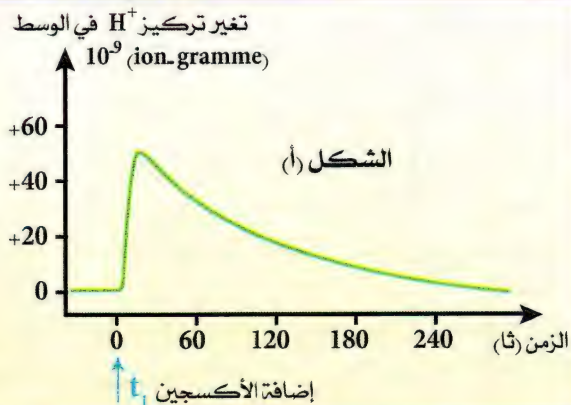
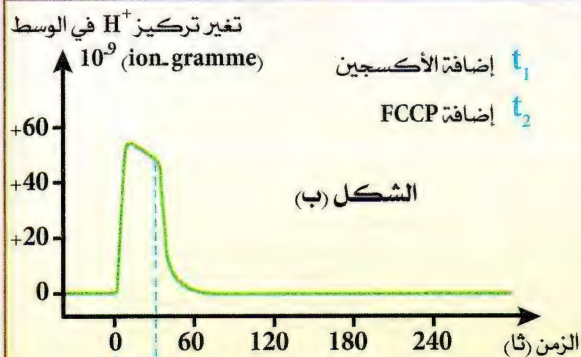
نحضر التركيب التجريبي في الوثيقة (2) ثم نقوم بقياس تركيز البروتونات H<sup>+</sup> في الوسط وذلك في الحالتين التاليتين: الحالة الأولى: بعد إضافة الـ O<sub>2</sub> للوسط.

الحالة الثانية: بعد إضافة الـ O<sub>2</sub> للوسط ثم مادة FCCP (تجعل الغشاء الداخلي للميتوكوندري نفوذ للبروتونات).

إن الشكلان أ، ب من الوثيقة (3) يمثلان النتائج المحصل عليها.

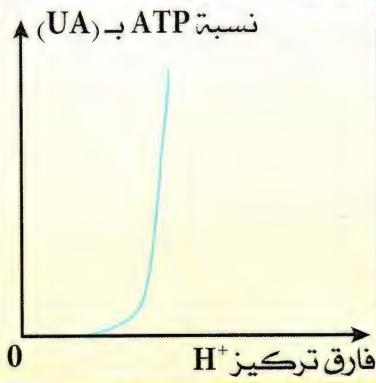
في الحالة الطبيعية وبوجود الـ O<sub>2</sub> نلاحظ أن سرعة النقل الغشائي للبروتونات تكون مرتفعة عندما يرتفع تركيز مستقبل الهيدروجين في حالة الإرجاع في الحشوة، وتركيز البروتونات يرتفع في الحيز الموجود بين الغشائين للميتوكوندري وينخفض في الحشوة.

- حلل النتائج المحصل عليها في كل حالة وإستننتج الدور الطبيعي للغشاء الداخلي للميتوكوندري فيما يخص نقل البروتونات.



الوثيقة (3)





الوثيقة (4)

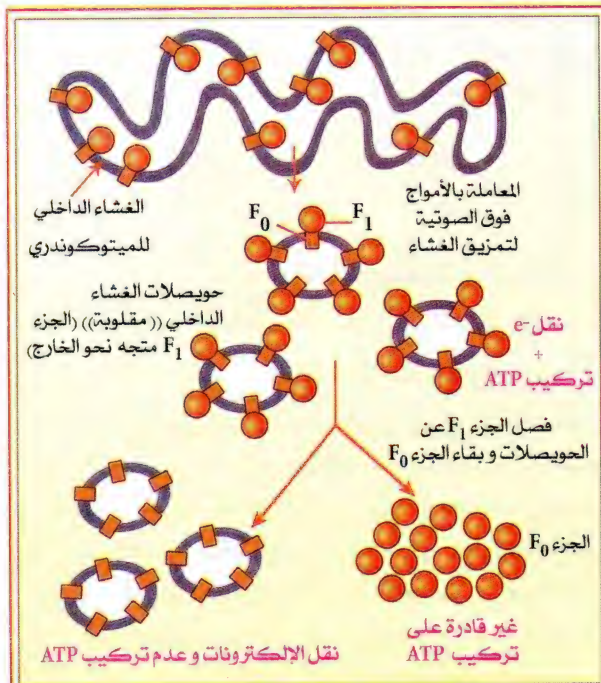
3 - تبين الوثيقة (4) تطور نسبة إنتاج الـ ATP بدلالة فارق تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

- حلل الوثيقة (4) ثم بين لماذا لا يتم تركيب الـ ATP عند إضافة مادة الـ FCCP؟

4 - من كل ما تقدم وضع برسم تخطيطي آلية إنتاج الـ ATP على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

## تمرين 59

إن استمرار مرحلتي التحلل السكري وحلقة كريبس يتطلبان تجديد النواقل وذلك بأكسديتها وتشكل كل من الماء والـ ATP. لإظهار دور الغشاء الداخلي للميتوكوندري في الفسفرة التأكسدية نستعرض التجارب التالية:



الوثيقة (1)

**التجربة 1:** بإستعمال الامواج فوق الصوتية تم تجزئة الميتوكوندري فتشكلت حويصلات للأغشية الداخلية "المقلوبة" بها كريات مذبذبة، كما أن فصل الجزء الكروي (F1) من الإنزيم ATP Synthase عن الجزء المتواجد ضمن الغشاء F0 سمح بتحديد دور كل منهما في تركيب ATP في شروط تجريبية مناسبة، نتائج التجربة موضحة في الوثيقة (1).

- ما هي المعلومات التي تقدمها نتائج التجربة فيما يخص دور مكونات الحويصلات الغشائية (الغشاء والإنزيم)؟

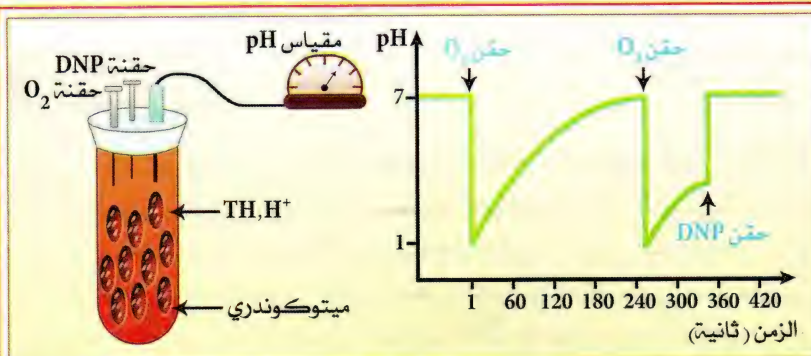
**ب - التجربة 2:** لتحديد سلوك الغشاء الداخلي للميتوكوندري تجاه البروتونات  $H^+$  تم قياس PH الوسط الخارجي لمعلق من الميتوكوندري المعزولة يحتوي على معطي الإلكترونات  $(TH, H^+)$ ، يكون الوسط خاليا من الأكسجين في بداية التجربة، ثم يتم حقن جرعات من الأكسجين أو مادة ثنائي نيترو فينول (DNP) عند أزمنة محددة، النتائج موضحة في منحنى الوثيقة (2).

1 - حلل منحنى الوثيقة (2).

2 - حدد تأثير كل من الأكسجين ومادة DNP مبرزا مصدر  $H^+$  عند إضافة  $O_2$ .

3 - علل إنخفاض الـ PH خارج الميتوكوندريا ثم عودته إلى الوضعية الأصلية؟

4 - قارن زمن عودة PH إلى الوضعية الأصلية في غياب وفي وجود DNP، قدم تفسيرا لذلك؟



الوثيقة (2)



ج - التجربة 3: يتم وضع حويصلات غشائية محتوية على كريات مذنبية في أوساط مختلفة من درجة الـ PH بوجود ADP و Pi. يتم الكشف عن فسفرة الـ ADP إلى ATP في كل حالة، نتائج التجارب مدونة في الجدول الموالي:

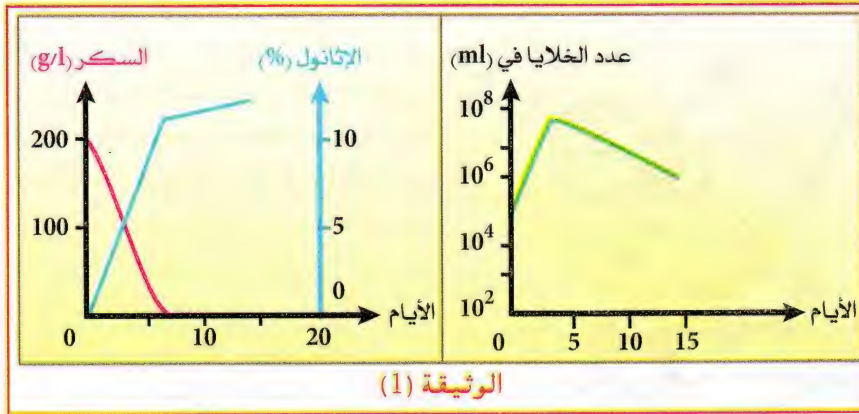
التجارب	pH الداخلي	pH الخارجي	وجود الكريات المذنبية	الملاحظة
1	7	7	نعم	عدم فسفرة الـ ADP
2	4	7	نعم	فسفرة الـ ADP
3	4	7	لا	عدم فسفرة الـ ADP

الوثيقة (3)

– إستنتج من نتائج التجربة شروط تركيب ATP؟

## تمرين 60

I – نتتبع تطور عدد خلايا الخميرة داخل إناء يحتوي 200 غ/ل من محلول الغلوكوز في وسط لا هوائي وكذلك تغيرات التركيب الكيميائي لمحتوى الإناء، الشكلان 1 و 2 من الوثيقة (1) يمثلان النتائج المحصل عليها.



الوثيقة (1)

- 1 – حدد العلاقة الموجودة بين تطور كل من عدد خلايا الخميرة وكمية الغلوكوز في الوسط.
- 2 – كيف تستمد الخميرة الطاقة الضرورية لحياتها في مثل هذه الظروف؟ علل إجابتك.
- 3 – أكتب المعادلة الإجمالية للظاهرة التي حدثت داخل الإناء.

II – نستعمل وسطا تجريبيا مغايرا للوسط السابق مع إستعمال 1 كلغ من نسيج كبدي وتترك التجربة لمدة 12 ساعة. إذا كانت كمية ( $CO_2$ ) المطروحة من طرف الخلايا الكبدية تقدر بـ 9 مول، وإذا علمت أن الأكسدة التامة لجزيء جلوكوز تحرر 2820 كيلوجول، وأن بناء جزيء ATP يتطلب 29.5 كيلوجول :

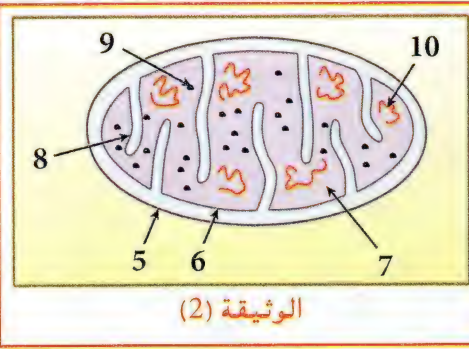
- 1 – أحسب الطاقة الإجمالية الناتجة (المتحررة).
- 2 – أحسب الطاقة المتحررة الخاصة بالنشاطات الحيوية للخلية.
- 3 – احسب المردود الطاقي التنفسي.

## تمرين 61

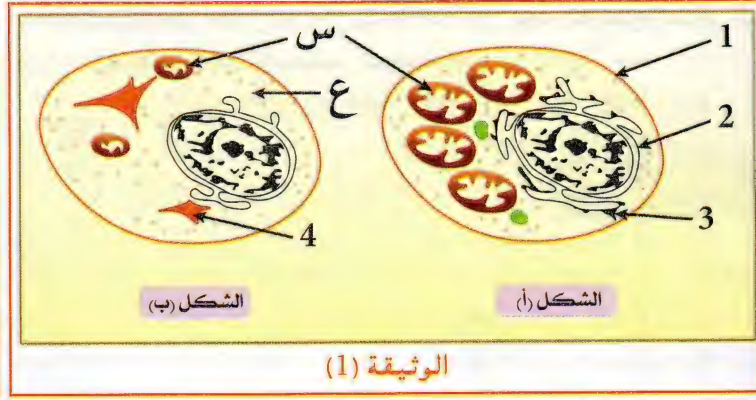
I – إن الخلية الحية على علاقة مستمرة بالطاقة، فالخلية غير ذاتية التغذية تستمد الطاقة اللازمة لنشاطها من إستغلال وتحويل الطاقة الكيميائية المتواجدة في المادة العضوية التي تتحصل عليها من وسطها. ولإظهار الطرق الأيضية التي تسمح للخلية بتحويل هذه الطاقة الكيميائية ننجز الدراسة التالية:

تمثل الوثيقة (1) خلايا الخميرة (فطريات وحيدة الخلية) في وسط هوائي - الشكل (أ) - وفي وسط لا هوائي (الشكل ب) معاملة بأخضر جانوس، (يكون أخضر جانوس عديم اللون في حالته المرجعة وأخضر في حالته المؤكسدة). بينما تمثل الوثيقة (2) ما فوق بنية العضية (س) للوثيقة (1).





الوثيقة (2)



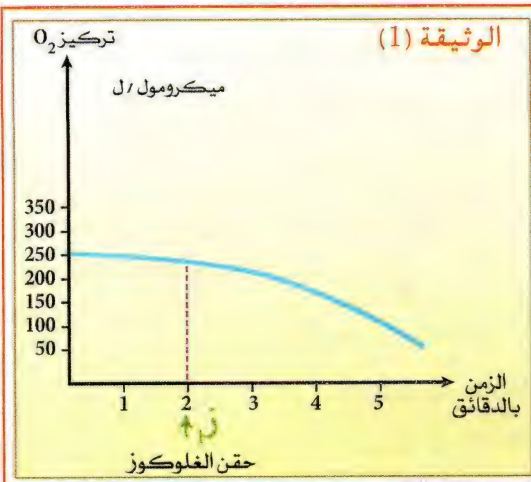
الوثيقة (1)

- 1 - أكتب البيانات المشار إليها بالأرقام في الوثيقتين (1) ، (2).
  - 2 - أنجز تحليلاً مقارناً بين شكلي الوثيقة (1).
  - 3 - فسر تلوّن العضية (س) بالأخضر على مستوى - الشكل (أ) فقط - في الوثيقة (1).
  - 4 - ما هي النتيجة التي يمكنك الوصول إليها من خلال وضع علاقة بين أجوبة السؤالين 2 ، 3 ؟
- II -** لفهم آلية الظاهرة التي تتم على مستوى العضيات (س) أنجزت عدة تجارب من بينها التالية :
- زرعت خلايا الخميرة في وسطين أحدهما هوائي والآخر لا هوائي، وبعد مدة زمنية من الزرع تم قياس نسبة السكر المتبقية في الوسط، وكذا كتلة الخميرة المتشكلة. الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول الموالي :

المادة	الوسط الهوائي	الوسط اللاهوائي	زمن التجربة
حجم المحلول المغذي (ملل)	3000	3000	بداية التجربة
كمية السكر (غ)	150	150	بداية التجربة
كمية السكر (غ)	0	105	نهاية التجربة
كتلة الخميرة المتشكلة (غ)	1,970	0,225	نهاية التجربة

- 1 - حلل هذه النتائج.
- 2 - ما العلاقة الموجودة بين زيادة كتلة الخميرة في الوسط وإستهلاك كميات معينة من السكر؟
- 3 - ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها من هذه التجربة والمكملة لإجابتك في الفروع I - 4 ؟

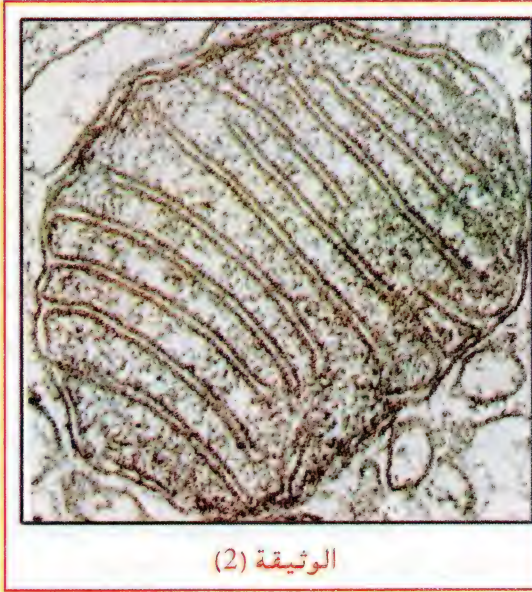
## تمرين 62



- وضعت معلق الخميرة في وسط يحتوي على الـ  $O_2$  لمدة 30 ساعة، بعد ذلك نعزل عينة من هذا المعلق في وسط مغلق يحتوي على تركيز كاف من الـ  $O_2$ ، ثم نقوم بدراسة تغيرات نسبة الـ  $O_2$  في الوسط قبل وبعد إضافة كمية معينة من الجلوكوز في الزمن ز1 .
- النتائج المحصل عليها موضحة في منحنى الوثيقة (1).
- 1 - قارن بين تغير تركيز الـ  $O_2$  قبل وبعد إضافة الجلوكوز في ز1 . فسر هذه النتائج.
  - 2 - أكتب المعادلة الإجمالية للظاهرة التي تم الكشف عنها في هذه التجربة.
  - 3 - لمعرفة مراحل هذه الظاهرة، عزلنا العضيات س الممثلة في



الوثيقة (2) من خلايا الخميرة ثم وضعت في وسط مغلق داخل محلول يحتوي الـ  $O_2$  بتركيز كاف، ثم نقوم بقياس الـ  $O_2$  في الوسط بعد إضافة مواد مختلفة للوسط والنتيجة موضحة في منحنى الوثيقة (3).



أ - أنجز رسماً تخطيطياً لعضية الوثيقة (2) مع كافة البيانات وضع عنواناً للعضية.

ب - حلل منحنى الوثيقة (3). ماذا تستنتج؟

4 - لتحديد بعض وظائف عضية الوثيقة (2)، تمكنا من عزل جميع مكوناتها ومكونات السيتوبلازما فأنجزنا الجدول التالي:

الأنزيمات	المكونات الكيميائية		
مماثلة للغشاء السيتوبلازمي للخلايا	40 - 50 % دسم 50 - 60 % بروتينات	الغشاء الخارجي	الميتوكوندري
عدة انزيمات وخاصة المنتجة للـ ATP (ATP synthetase)	20 % دسم 80 % بروتينات	الغشاء الداخلي	
أنزيمات نازعات الهيدروجين أنزيمات نازعات الكربون	غياب الغلوكوز - وجود حمض البيروفيك و ATP	الحشوة	
أنزيمات نازعات الهيدروجين	وجود الغلوكوز وحمض البيروفيك	الهيالوبلازم	

أ - فسر الاختلاف بين الغشاءين الداخلي والخارجي للميتوكوندري.

ب - هل معطيات الجدول تؤكد ما توصلت إليه في السؤال 3 - ب؟

ج - استخدم مايلي لكتابة المعادلة الإجمالية للتفاعلات التي تحدث في الهيالوبلازم وماذا يطلق على هذه التفاعلات: غلوكوز ، ATP ،  $NADH.H^+$  ، ADP ، Pi ، حمض البيروفيك.

5 - لتحديد أهمية ونوعية هذه التفاعلات بالنسبة للخميرة، أخذنا عينتين من الخميرة وزرعناهما في وسطين الأول هوائي والثاني لا هوائي ثم قمنا في كلا الوسطين بقياس تغيرات كتلة الخميرة بالغرام بدلالة الزمن فحصلنا على النتائج المسجلة في الجدول الموالي :

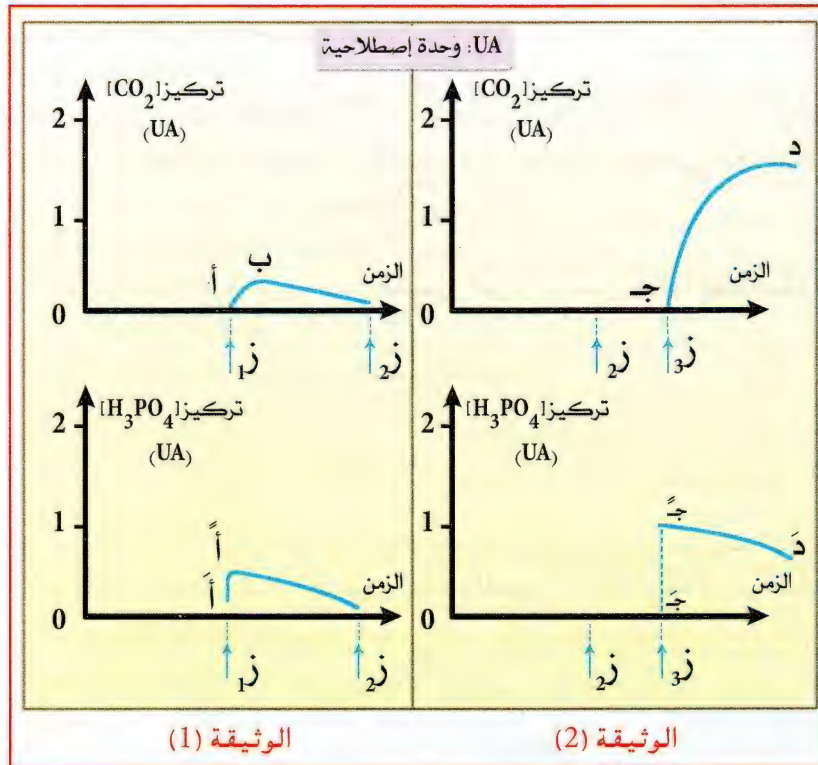
الزمن بالساعات	0	0,5	1	1,5	2	2,5
العينة 1	0,20	0,28	0,32	0,34	0,35	0,36
العينة 2	0,20	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30



- أ - أنجز على نفس المعلم منحني تغيرات كتلة الخميرة في العينتين بدلالة الزمن.  
 ب - حدد الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة (1) والعينة (2).  
 ج - فسر الاختلاف في كتلة الخميرة في العينتين.

### تمرين 63

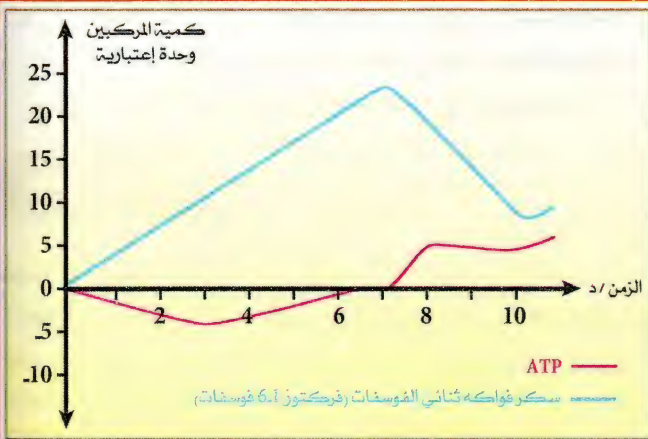
- لفهم آلية إستخراج الطاقة من مادة الأيض نقوم بالتجارب التالية بواسطة الحاسوب :
- التجربة 1:** عزلنا الجزء الصلب المكون من بقايا العضيات من مسحوق الخميرة واحتفظنا بالجزء السائل فقط، أضيف الجزء السائل إلى محلول الغلوكوز في الزمن 1 فظهرت على شاشة الحاسوب النتائج المبينة في الوثيقة (1).
- التجربة 2:** سخن الجزء السائل إلى 80° م ثم برد فأضيف إليه محلول الغلوكوز في الزمن 2 فلو حظ عدم تشكل كل من  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
- التجربة 3:** حقنت الفوسفات Pi في المحلول السكري فأعطت النتائج الموضحة في منحنيات الوثيقة (2) علما بأن كل التجارب أجريت في نفس درجة الحرارة وفي نهاية التجربة (1) و (3) لوحظ رائحة الكحول.
- 1 - ما مصدر كل من  $\text{CO}_2$  والإيثانول  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ؟ ما إسم هذه الظاهرة؟
  - 2 - أكتب المعادلة الإجمالية المؤدية إلى تشكل  $\text{CO}_2$ .
  - 3 - ماذا يحتوي الجزء السائل الذي أضيف إلى المحلول السكري.
  - 4 - أ - أكتب التفاعل الكيميائي الذي يفسر إنخفاض كمية  $\text{H}_3\text{PO}_4$  بعد الزمن 3.  
 ب - إعتماذا على نتائج التجربتين 1 و 3 حدد مصدر  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .  
 ج - إعتماذا على نتائج التجربة 3 ومعلوماتك اوجد العلاقة بين إنخفاض  $\text{H}_3\text{PO}_4$  وإرتفاع كمية  $\text{CO}_2$  بعد 3.



### تمرين 64

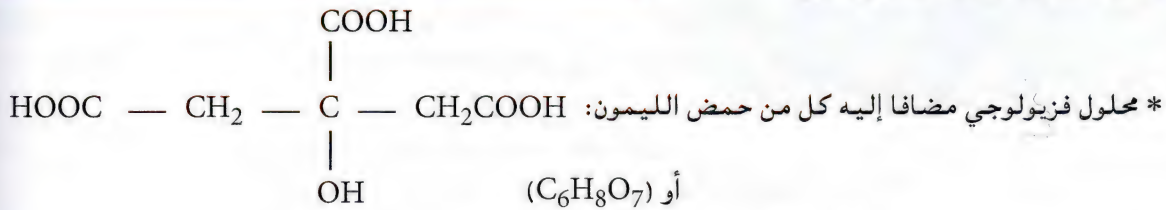
- تأخذ معلق فطر خميرة الجعة و نضيف له كمية من الغلوكوز، وبعد ذلك نقوم بتقدير كمية سكر الفواكه (الفركتوز) ثنائي الفوسفات (فركتوز 1 - 6 فوسفات) وكمية الـ ATP، نتائج هذه المعايرة موضحة في منحنيات الوثيقة (1):





الوثيقة (1)

- 1 - حلل وفسر هذه النتائج.
- 2 - ما إسم العملية التي تمت خلال هذه التجربة؟
- 3 - نحضر أنبوب اختبار يحتوي على:



- \* أزرق الميثيلين المؤكسد  $\text{BM}^+$  الذي يصبح شفافا عند إرجاعه.  
 \* مستخلصات فطر خميرة الجعة تم الحصول عليها عن طريق عملية الطرد المركزي.  
 - يوضع الأنبوب في حمام مائي درجة حرارته  $37^\circ\text{C}$ .

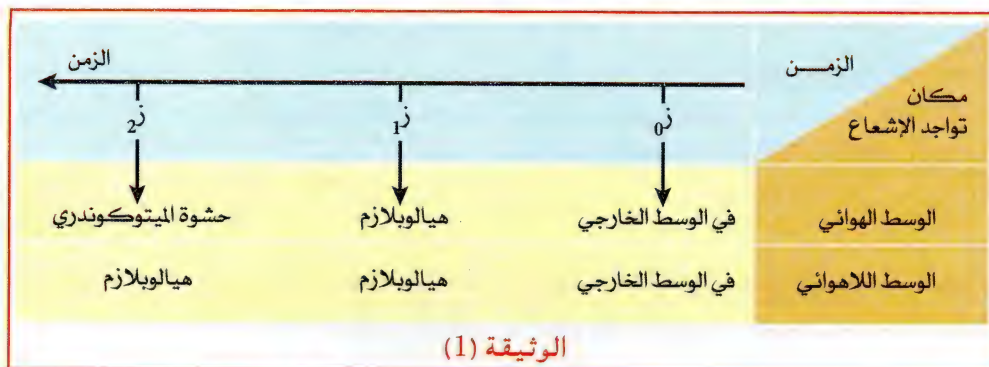
الملاحظة: زوال اللون الأزرق

- ظهور حمض السيتوغلوتاريك:  $\text{HOOC} - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  أو  $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_5$   
 علما أن حمض الليمون و حمض السيتوغلوتاريك عبارة عن وسائط هدم حمض البيروفيك.

- أ - فسر نتائج هذه التجربة، مبرزاً إسم العملية التي حدثت.  
 ب - أكتب المعادلة الكيميائية التي تمت داخل الأنبوب.  
 ج - مستعينا بمعلوماتك اكمل دورة حمض الليمون (دورة كريبس)، مبرزاً فقط عدد ذرات الكربون في كل مرحلة، ومحدداً النواتج المرافقة.  
 د - ما هي الأهمية البيولوجية لهذه الدورة بالنسبة للخلية؟

## تقريب 65

- أ - تم تنمية خميرة الخبز في وسطين هوائي ولا هوائي وزودتا بغلوكوز مشع وبفضل تقنيات التصوير الإشعاعي الذاتي تم تتبع وجود الإشعاع في خلية الخميرة بدلالة الزمن والنتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1).



الوثيقة (1)



— مستعينا بمعلوماتك، فسر النتائج الملاحظة عند 0، ز1 على مستوى الوسطين.



**ب -** تم عزل الميتوكوندريات من خلايا الخميرة ووضعت في محلول مناسب، وفي حيز مغلق لجهاز خاص، ثم تمت معايرة كمية الأكسجين في الوسط في شروط تجريبية مختلفة بدلالة الزمن، النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).

**ب 1 -** حلل منحنى الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

**ب 2 -** من خلال هذه النتائج، كيف تفسر تجربة الفرع (أ) الملاحظة في الزمن 2.

**ب 3 -** ما هو مصير النواتج الظاهرة في الخلية عند 2 ز من الوثيقة (2).

**ج -** باعتبار أن الكتلة المتشكلة من الخميرة في الوسط الهوائي تتطلب إستهلاك طاقة قدرها 5795 كيلوجول.

— كم يجب إستهلاكه من جزيئات الغلوكوز في الوسط الهوائي واللاهوائي لتتشكل نفس الكتلة علماً أن جزيئة من ATP تحرر كمية من الطاقة قدرها 30.5 كيلوجول؟

**د -** من خلال ما توصلت إليه، وبالإستعانة بمعلوماتك ضع رسماً تخطيطياً وظيفياً توضح الطرق الأيضية الطاقوية لخلايا الخميرة، مبينا مختلف مراحل ومستويات حدوثها في الخلية.

## تمرين 66

من اجل دراسة الأيض الخلوي عند فطر الخميرة و مدى علاقته بنموها، أجريت التجربة التالية :

**1 -** تم قياس تغيرات تركيز غاز الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون داخل وعاء مغلق لمفاعل حيوي يحتوي على مادة الغلوكوز وغاز الأكسجين، بالإضافة إلى إحدى سلالتين من فطر الخميرة : السلالة "أ" أو السلالة "ب". (تجريب مدعم بالحاسوب). نتائج التجربة عند السلالتين ممثلة في الوثيقة (1) كما سجل في نهاية القياس إنخفاض تركيز الغلوكوز في الوعاء بالنسبة للسلالتين.

**أ -** قارن بين النتائج المحصل عليها في الوثيقة (1).

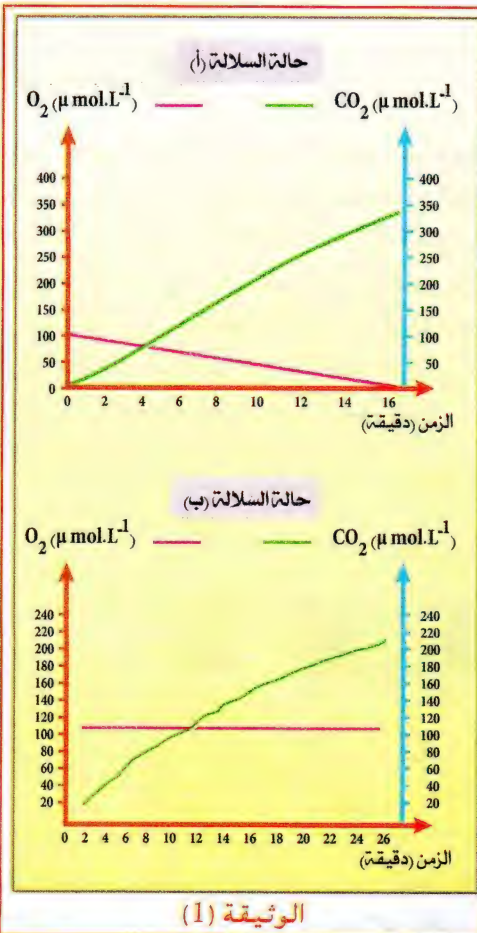
**ب -** ماذا تستنتج فيما يخص نمط حياة كل من السلالتين (أ) و (ب)؟

**2 -** تم عزل عضيات ميتوكوندرية للسلالة (أ) من فطر الخميرة، ثم نزلتها إلى قطع بواسطة الموجات ما فوق الصوتية (— ULTR SONS)، وضعت بعد ذلك في وسط تجريبي غني بالأكسجين ويحتوي على مركبات مرجعة (R'H2) وجزيئات ADP و Pi. النتائج المتحصل عليها مدونة في الجدول في الصفحة الموالية:

**أ -** فسر هذه النتائج و ماذا تستنتج؟

**ب -** أكتب التفاعلات المؤدية إلى أكسدة النواقل R'H2 والتفسفر المؤكسد.

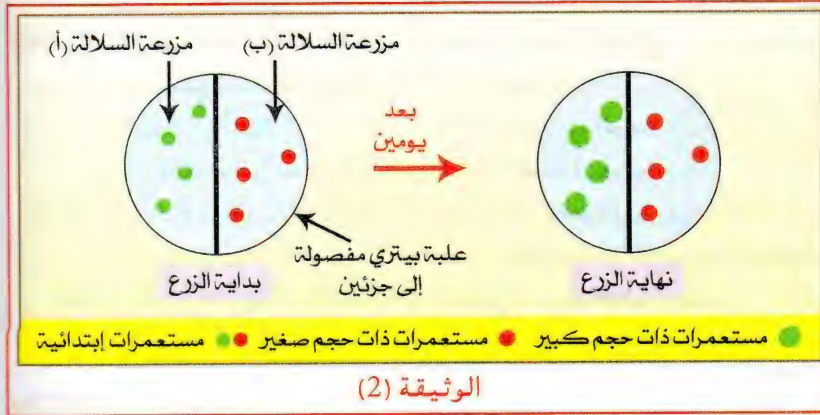
**ج -** أنجز رسماً تخطيطياً عليه البيانات، التي ادت إلى هذه النتائج.





النتائج	قطع ميتوكوندرية
– عدم إنتاج الـ ATP – عدم أكسدة المركبات المرجعة (R'H <sub>2</sub> ) إلى R	قطع من الغشاء الخارجي للميتوكوندري
– إنتاج الـ ATP – أكسدة المركبات المرجعة (R'H <sub>2</sub> ) إلى R	قطع من الغشاء الداخلي للميتوكوندري

3 — زرعت السلالتان "أ" و"ب" في وسط مغذي (جيلوزي) يحتوي على كمية معينة من الغلوكوز، بعد يومين تمت معاينة حجم المستعمرات الناتجة عن نمو فطر الخميرة، والنتائج مدونة في الوثيقة (2).

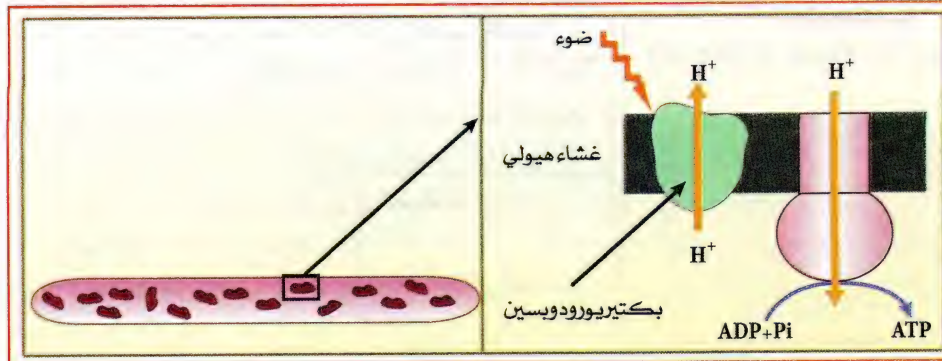


أ — قارن بين النتائج التجريبية المحصل عليها في الوثيقة (2).  
ب — علل هذه النتائج معتمدا على المعلومات المستخرجة من هذه التجربة والتجربة السابقة (السؤال 2 - أ) و"1-أ" و"1-ب".

4 — أنجز مخططا تقارن فيه بين الحصىلة الطاقوية لكل من السلالتين (أ) و (ب) من فطر الخميرة.

## تمرين 67

تقوم إحدى أنواع البكتيريا المحبة للملوحة (*Halobacterium Salinarum*) بإنتاج الطاقة اللازمة لأداء وظائفها بطريقة خاصة، حيث تستطيع إستعمال الطاقة الضوئية لتكوين فرق في تركيز  $H^+$  عبر الغشاء الهيليوي، كما تحتوي البكتيريا على إنزيم ATP Synthase الذي يقوم بتركيب ATP انطلاقا من ADP و  $P_i$  عند عودة  $H^+$ . تعيش البكتيريا في البرك المالحة وفي البحر الميت أين تتجاوز تركيز الملح 4 مول/ل وهي لا تعيش في المياه التي تقل ملوحتها عن 3 مول/ل. تنتج جزء من طاقتها دون الحاجة إلى الأكسجين ولا المواد الغذائية العضوية. يحتوي غشاء هذه البكتيريا على بقع أرجوانية تمثل بروتين حساس للضوء يسمى بكتريورودوبسين وهو كثير الشبه ببروتين الرودوبسين (الأرجواني الشبكي) الموجود في شبكية العين، عند إستقباله لأشعة ضوئية يحدث تهيج لأحد الإلكترونات في البروتين وعند عودة الإلكترتون إلى مداره تتحرر طاقة تعمل على إخراج  $H^+$  إلى الخارج (نقل فعال).

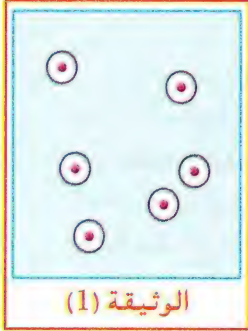


قام الباحثان Stockeneus و Racker بعزل البروتين من البكتيريا وإدخاله في حويصلة غشائية بالإضافة إلى إنزيم ATP Synthase عند إضاءة هذه الحويصلات تمكنت الحويصلة من تركيب ATP.



- 1 - قدم رسماً تخطيطياً للتجربة.
- 2 - ما هو الدور الذي يقوم به البروتين عند مقارنة العملية بما يحدث في الميتوكوندري؟
- 3 - هل تثبت هذه التجربة نظرية ميتشل؟ علل.
- 4 - لماذا لا تحتاج هذه العملية إلى  $O_2$ ؟ علل.
- 5 - هل تشبه هذه العملية التخمر؟ علل.

## تمرين 68



الوثيقة (1)

تحضر وسطين 1 و 2 من نفس الحجم يحتويان على نفس الكمية من الماء والجلوكوز والخميرة وتضعهما في ظروف تجريبية ملائمة متشابهة باستثناء كمية الأكسجين، حيث أن الوسط (1) هوائي والوسط (2) لا هوائي.

1 - تمثل الوثيقة (1) ملاحظة مجهرية للخميرة في الوسطين في بداية التجربة خلال بضعة أيام نحصل على النتائج المبينة في الوثيقة (2).

1 - قارن النتائج المحصل عليها في الوسطين؟

2 - أعط تفسيراً لهذا النتائج؟

1 - تمثل الوثيقة (3) خليتين من الخميرة.

1 - تعرف على العضية م، وأنجز رسماً تخطيطياً لها؟

2 - قارن بين الخليتين؟

3 - أعط تفسيراً لهذا الاختلاف؟

4 - حدد الوسط الذي أخذ منه كل شكل من شكلي الوثيقة (3).

1 - نقوم بعزل العضيات م ثم نضعها في وسط به أكسجين ونقيس كمية هذا الأخير في الوسط بدلالة الزمن، بعد حقن الجلوكوز ثم بعد حقن حمض البيروفيك، وتمثل الوثيقة (4) النتائج المحصل عليها.

1 - حلل المنحنى المحصل عليه؟

2 - ماذا تستنتج؟



الوثيقة (4)

الوسط	ملاحظة مجهرية للخميرة بتكبير X 700	كمية ATP المنتجة لكل جزيئة غلوكوز مستهلكة
1		38
2		2

الوثيقة (2)

الوثيقة (3)

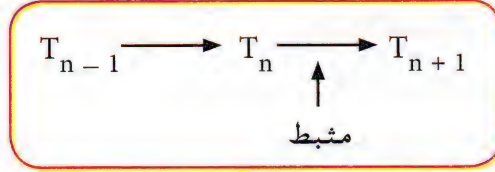
## تمرين 69

1 - إن انتقال الإلكترونات عبر السلسلة التنفسية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري ينتهي بإرجاع الـ  $O_2$  وتشكل الماء.

2 - ما هو مصدر هذه الإلكترونات؟



**ب -** هناك عدة مثبطات نوعية تمنع إنتقال الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التنفسية تستخدم عادة لتحديد كيفية توضع مجموعة نواقل على طول السلسلة التنفسية.  
علما بأن النواقل التي تقع قبل تأثير المثبط تكون في حالة إرجاع والتي تقع بعد تأثير المثبط تكون في حالة أكسدة.  
1 - تمكنا من إيقاف الإلكترونات المستمرة بإستخدام مثبط بين الناقلين  $T_n$  و  $T_{n+1}$ .



2 - حدد النواقل التي تكون في حالة أكسدة و التي تكون في حالة إرجاع، علل إجابتك؟  
إن السلسلة التنفسية للبكتريا مماثلة للسلسلة التنفسية للغشاء الداخلي للميتوكوندري حيث تحتوي ناقلين للهيدروجين هما NAD و FAD وأربعة نواقل للإلكترونات  $T_1$ ،  $T_2$ ،  $T_3$ ،  $T_4$  ترتيبها غير معروف.  
- لتحديد ترتيب هذه النواقل إستخدمت خمس مثبطات وهي: (أ، ب، ج، د، هـ) في كل تجربة يستخدم مثبط ونلاحظ النواقل التي تكون في حالة أكسدة (+) والنواقل التي تكون في حالة إرجاع (-) فحصلنا على النتائج المسجلة في الجدول المجاور:

الناقل	المثبط	NAD	FAD	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$
أ	-	-	-	-	-	-	-
ب	-	-	-	+	+	+	+
ج	-	-	-	-	+	-	-
د	-	-	-	+	+	-	+
هـ	-	-	-	-	+	-	+

a - ما هو تأثير المثبط أ؟  
b - إعتماذا على نتائج الجدول حدد ترتيب تدخل النواقل  $T_1$ ،  $T_2$ ،  $T_3$ ،  $T_4$  وحدد مكان تأثير المثبط في كل حالة. علل.  
c - هل بإمكانك إعطاء ترتيب تدخل الـ NAD والـ FAD من خلال هذه التجربة إذا علمت أن كمون الأكسدة والإرجاع للزوج

$NADH_2/NAD = 0,32$  فولط وللزوج  $FADH_2/FAD = 0,10$  فولط، أكتب بعد ذلك تسلسل تدخل هذه النواقل جميعا.

3 - هناك ثلاثة أنواع من المثبطات التنفسية وهي :

السيانور (CN): يمنع إنتقال الإلكترونات من آخر ناقل إلى الأكسجين.  
الدنتروفينول (DNP): يجعل غشاء الميتوكوندري نفوذ للبروتونات.

الأوليغوميسسين (Oligo): يمنع تركيب الـ ATP على مستوى الكريات المذنبية أي أنه يخرب هذه الأخيرة.

a - ما هو المثبط الذي لعب دور السيانور في التجربة (الجدول)؟

وعند إستخدام السيانور هل يكون هناك : - حركة الإلكترونات؟

- تشكل الـ ATP؟

b - كيف تكون إجابة السؤال (a) عند إستخدام الدنتروفينول والأوليغوميسسين.

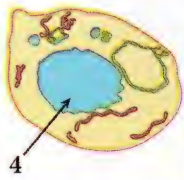
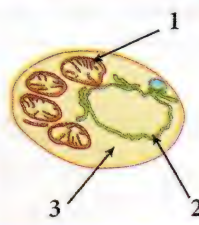
c - إستخرج شروط تشكل الـ ATP.

## تمرين 70

تستمد الكائنات الحية غير ذاتية التغذية طاقتها من مادة الأيض والتي تحول جزء منها إلى طاقة كيميائية قابلة للإستعمال في وظائف حيوية مختلفة، وقصد التعرف على الآليات البيولوجية لهذا التحول أجريت الدراسة التالية:

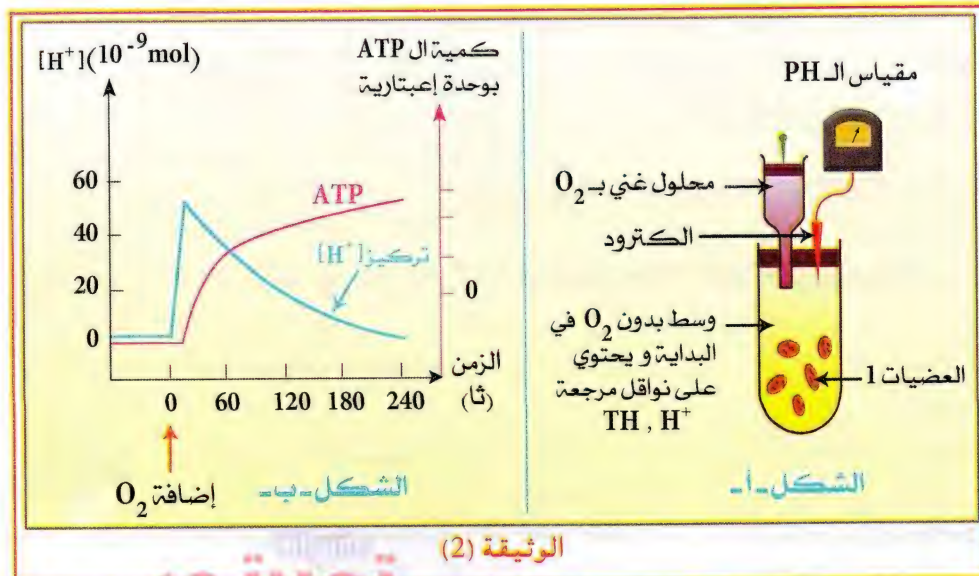
**I -** وضعت كميّتان متساويتان من خلايا الخميرة في وسطين زراعيين (بهما محلول غلوكوز بنفس التركيز) في شروط ملائمة، لكن أحدهما في وسط هوائي والآخر في وسط لا هوائي، نتائج هذه الدراسة ممثلة في الوثيقة (1).



النتائج التجريبية		معايير الدراسة
وسط لا هوائي	وسط هوائي	الملاحظة المجهرية
		
كبيرة	آثار	كمية الإثانول المتشكلة
2	36,3	كمية الـ ATP المتشكلة لمول من الجلوكوز المستهلك
5,7	250	مردود المزرعة معبر عنه بكمية الخميرة المتشكلة بدلالة الجلوكوز المستهلك (g)

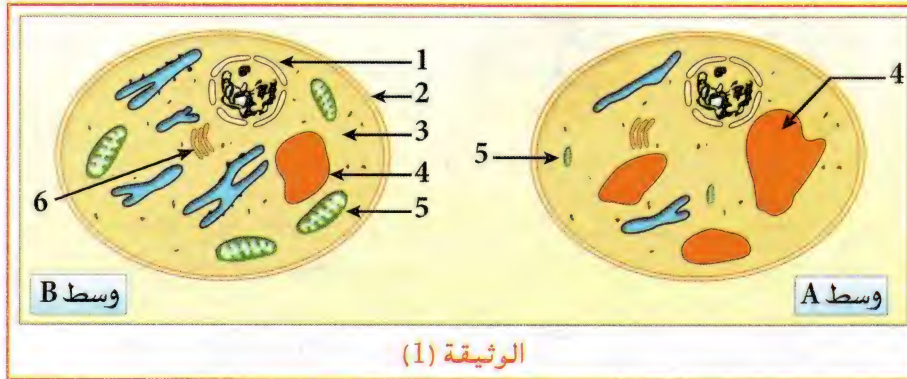
### الوثيقة (1)

- 1 - ضع البيانات المشار إليها بالأرقام من 1 إلى 4.
  - 2 - قارن بين النتائج التجريبية في الوسطين.
  - 3 - ماهي الظاهرة الفيزيولوجية التي تحدث في كل وسط؟ علل إجابتك.
  - 4 - ماذا تستنتج فيما يخص مردود الظاهرتين المعنيتين؟
  - 5 - أكتب المعادلة الإجمالية لكل ظاهرة.
- II - تلعب العضيات (1) الممثلة بالوثيقة (1) دورا أساسيا في عملية أكسدة مادة الأيض وإنتاج طاقة بشكل جزيئات الـ ATP، ولمعرفة آلية تشكل هذه الجزيئات أنجزت تجربة بإستعمال التركيب التجريبي المبين في الشكل "أ" من الوثيقة (2) :
- التجربة: تمت معايرة تركيز الـ  $[H^+]$  في الوسط وكمية الـ ATP المتشكلة قبل وبعد إضافة كل من الـ  $O_2$  والـ  $(Pi + ADP)$  للوسط.
- النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2).
- 1 - قدم تحليلا مقارنا للنتائج الممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2).
  - 2 - ماذا تستنتج؟
  - 3 - مثل برسم تخطيطي وظيفي دور كل من النواقل المرجعة والـ  $O_2$  في تشكل الـ ATP على مستوى هذه العضيات.





شكلي الوثيقة (1) تمثلان رسمين تخطيطيين لما فوق بنية خلايا خميرة الخبز مأخوذة من وسطين مختلفي التهوية.



الوثيقة (1)

- 1 - تعرف على البيانات المرقمة.
- 2 - ماذا تستنتج من التحليل المقارن لشكلي الوثيقة (1)؟
- 3 - عند قياس المردود الطاقي لهذه الخلايا في الوسط (B) تحصلنا على النتائج المبينة في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

أ - تحليل المنحنى البياني.

ب - حدد اسم ومقر التفاعلات التي تتم خلال الفواصل الزمنية (0ز - 1ز)، (1ز - 2ز)، (2ز - 3ز).

ج - بين بمعادلة إجمالية التفاعل الحاصل في الفاصل الزمني (0ز - 1ز).

- 4 - دراسة الظواهر التي تحدث في الفاصل الزمني (2ز - 3ز) بجهاز الـ EXAO وضع في المفاعل الحيوي معلق من العضيات (5) في وسط متساوي التوتر مشبع بـ  $O_2$  وذو  $PH = 7$  يمكن إضافة مواد ومحاليل في أزمنة مختلفة، وبواسطة لواقط يمكن تتبع تغيرات تركيز  $O_2$  و ATP في الوسط. النتائج المحصل عليها ممثلة في جدول الوثيقة (3).

الزمن	المادة المضافة	$O_2$ الوسط (%)	تركيز ATP في الوسط (وحدة اعتبارية)
0ز	جلوكوز	90	1,5
1ز	جلوكوز مفسفر	90	1,5
2ز	حمض البيروفيك	80	2
3ز	ADP + Pi	35	4
4ز	السيانور	35	4

الوثيقة (3)

- أ - أرسم منحنى تغيرات تركيز كل من  $O_2$  و ATP في الوسط بدلالة الزمن على نفس المعلم.
- ب - قدم تحليلاً مقارناً للمنحنيين.
- ج - ما هي المعلومات التي يمكن استخلاصها؟

ان النشاطات الحيوية تتطلب صرف طاقة باستمرار، مما جعل الخلية مقرا لعدة تفاعلات كيميائية مرتبطة بتحويل الطاقة واستعمالاتها، وللتعرف على الآليات البيوكيميائية لهذا النشاط نقترح الدراسة التالية:





الوثيقة (1)

I - تبين الوثيقة (1) ملاحظة مجهرية لجزء من خلية:

1 - حدد هوية كل من البنيتين A و B.

2 - أنجز رسماً تخطيطياً للبنية B مع وضع كافة البيانات.

II - لفهم كيفية استعمال مادة الغلوكوز من طرف الخلايا الحيوانية نقترح المعطيات التالية:

1 - نحضر وسط زرع يحتوي على خلايا حيوانية، نزود الوسط

بالأكسجين وغلوكوز G موسوم بالكربون  $C^{14}$  ونتتبع

الإشعاع في الأوقات 0، 1، 2، 3، 4، وبين جدول الوثيقة

(2) النتائج المحصل عليها:

أ - حلل النتائج المبينة في الجدول.

ب - فسر هذه النتائج.

ج - اعتماداً على معلوماتك ونتائج هذه التجربة

اكتب التفاعل الإجمالي للظواهر التي تحدث في

كل من البنيتين A و B.

2 - نحضر وسطين يحتويان على نواقل مرجعة  $RH_2$

و ADP و Pi بوجود الأكسجين:

الوسط الأول يحتوي على أجزاء من الغشاء الخارجي للبنية B.

الوسط الثاني يحتوي على أجزاء من الغشاء الداخلي للبنية B.

النتائج المحصل عليها ممثلة في جدول الوثيقة (3).

أ - فسر هذه النتائج

ب - اكتب التفاعلات التي تؤدي إلى:

أ - أكسدة النواقل  $RH_2$ .

ب - الفسفرة التأكسدية.

الزمن	وسط الزرع	البنية A	البنية B
0 ز	G+++++		
1 ز	G++	G+++	
2 ز		P++	P+++
3 ز	CO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	P+++	
4 ز	CO <sub>2</sub> <sup>++</sup>		

الوثيقة (2)

P: حمض البيروفيك

عدد إشارات + تعبر عن نسبة الإشعاع والعلاقة طردية.

النتائج	البنية B
عدم إنتاج ATP	أجزاء من الغشاء
عدم أكسدة النواقل $RH_2$ إلى R	الخارجي
إنتاج ATP	أجزاء من الغشاء
أكسدة النواقل $RH_2$ إلى R	الداخلي

الوثيقة (3)

## تمرين 73

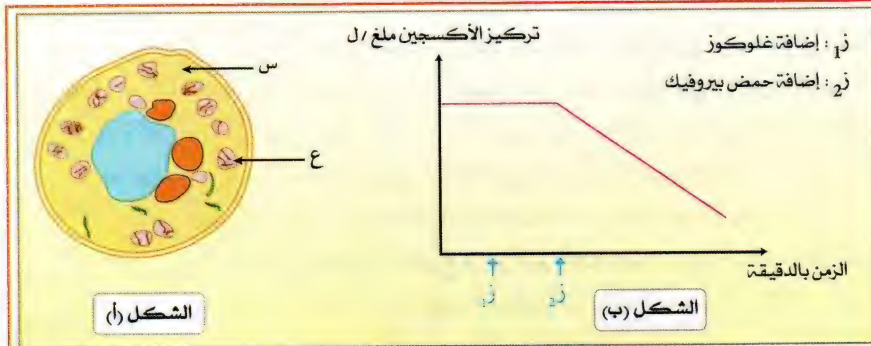
(بكالوريا 2011)

I - 1 - أنجزت سلسلة تجارب على خلايا فطر الخميرة (الشكل أ) من الوثيقة (1) حيث تم وضعها في وسط زرع به

غلوكوز كربونه مشع ( $C^{14}$ ) وغني بالأكسجين. عزل العنصر (ع) ووضع في وسط زرع به أكسجين وتم قياس

كمية الأكسجين في الوسط في فترة زمنية: 1 ز بعد إضافة الغلوكوز.

2 ز بعد إضافة حمض البيروفيك.



الوثيقة (1)

النتائج المحصل عليها ممثلة في

الشكل (ب) من الوثيقة (1).

أ - تعرف على العنصرين

س و ع.

ب - حلل المنحنى وماذا

تستنتج؟

ج - وضع برسم تخطيطي

بنية العنصر (ع) مع

كتابة كل البيانات.

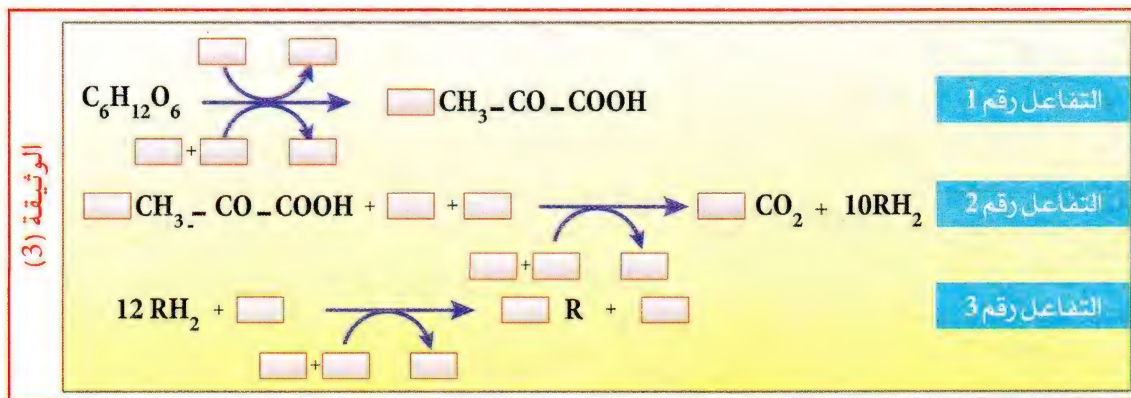


- 2 - بهدف دراسة مقر تشكيل حمض البيروفيك ومصيره تم تتبع مسار الإشعاع داخل الشكل (أ) من الوثيقة (1).  
النتائج المحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة (2).  
- حلل وفسر النتائج المبينة في جدول الوثيقة (2).

الزمن	الوسط الخارجي	العنصر (س)	العنصر (ع)
0 ز	*G+++++		
1 ز	*G+++	*G++	
2 ز		*P+++ - *G++	*P+
3 ز	*CO <sub>2</sub>		*P+++++

**II -** تحدث على مستوى العناصر السابقة سلسلة من التفاعلات التي تسمح بالحصول على بعض المركبات المثلة في جدول الوثيقة (2). لخصت هذه التفاعلات في الوثيقة (3):

\*G : غلوكوز مشع  
\*P : حمض بيروفيك مشع  
+ : تركيز. نسبة الإشعاع تتناسب طرذا مع عدد إشارات +



- 1 - أكمل التفاعلات وذلك بوضع البيانات المناسبة في كل إطار.
- 2 - أعط الاسم المناسب لكل تفاعل (1، 2، 3) ثم حدد مقره على المستوى الخلوي.
- 3 - من بين التفاعلات، حدد تلك التي تفسر تغيرات تركيز الأكسجين في الشكل (ب) من الوثيقة (1).
- 4 - وضع برسم تخطيطي عليه البيانات كيفية حدوث التفاعل الثالث.
- 5 - اعتمادا على نتائج التفاعلات (1، 2، 3) أحسب الحصلة الطاقوية عند هدم 1 مول من الغلوكوز.

## تمرين 74

نريد دراسة تحويل الطاقة الكامنة في المركبات العضوية إلى طاقة قابلة للاستعمال (ATP) هذه الأخيرة التي تعتبر بمثابة العملة المتداولة بين الخلية ونشاطاتها .  
يعتبر التنفس وسيلة يتم فيها هذا التحول وذلك بأكسدة المادة العضوية وفسفرة الـ ADP لفهم هذه الآلية نقترح دراسة التجارب التالية:

**I - التجربة 1 -** تم عزل ميتوكوندري بطريقة الطرد المركزي ووضعت في وسط فيزيولوجي كما هو ممثل في الوثيقة (1)، في اللحظة ز=0 نقوم بإضافة كمية من الأكسجين وفي الزمن 300 ثا نضيف مادة الـ DNP (تمنع فسفرة الـ ADP دون أن يؤثر على الكرية المذبذبة) بعدها يتم قياس تغيرات PH (تركيز  $H^+$ ) الوسط في معلق من الميتوكوندري فأعطيت النتيجة الممثلة في منحنى الوثيقة (1).

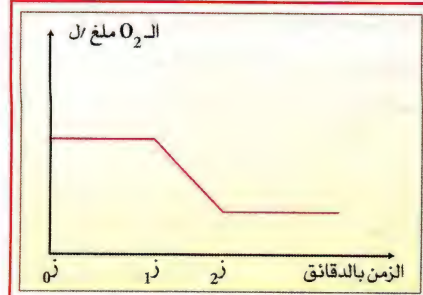
- 1 - حلل وفسر المنحنى وماذا يمكنك استنتاجه من هذه التجربة؟
- 2 - ماهي الآلية التي تسمح بالتدرج في تركيز البروتونات بين الحيز بين الغشاءين والمادة الأساسية للميتوكوندري؟
- 3 - هل توجد علاقة بين تدرج تركيز البروتونات وتشكيل الـ ATP؟

**II - التجربة 2 -** نعيد نفس التجربة السابقة ونقوم بقياس تغيرات نسبة الأوكسجين المنحلة في الوسط خلال

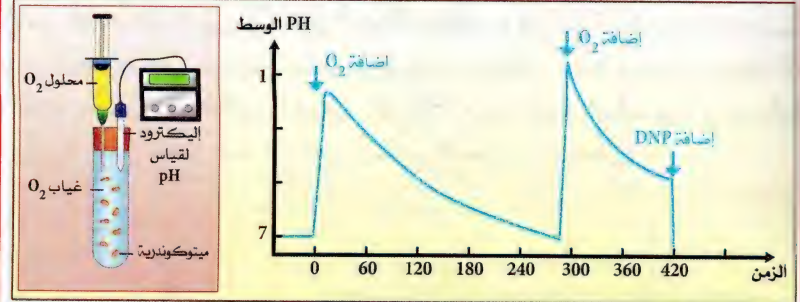


التجربة، بحيث في :

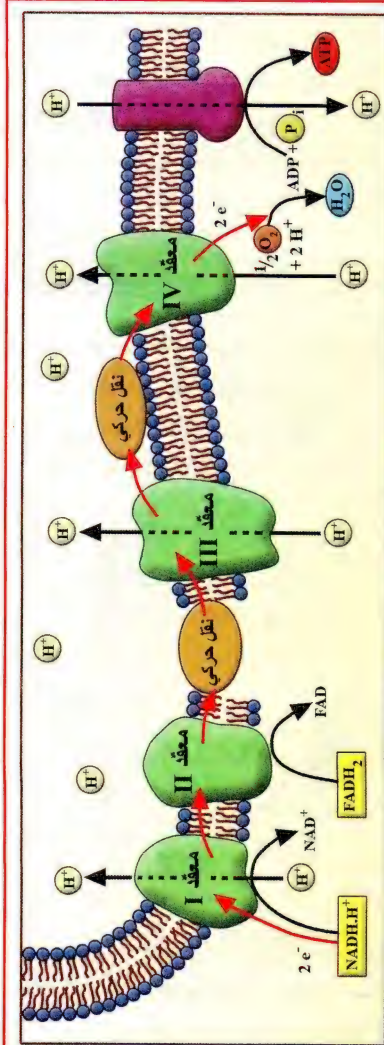
- في ز0: الوسط يحتوي فقط على الميتوكوندري.
  - في ز1: نحقن مادة عضوية وهي حمض الليمون (مركب سداسي الكربون C6).
  - في ز2: نحقن مادة سيانور البوتاسيوم (الذي يثبت المعقد IV) من السلسلة التنفسية).
- والنتائج المتحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (2).
- 1 - كيف تشرح ثبات نسبة الأوكسجين من ز0 إلى ز1 وبعد ز2؟
- 2 - إذا علمت أن حمض الليمون مادة أيضية وسطية لحلقة كريبس. اشرح كيف أن وجوده يغير من نشاط الميتوكوندري.



الوثيقة (2)



الوثيقة (1)

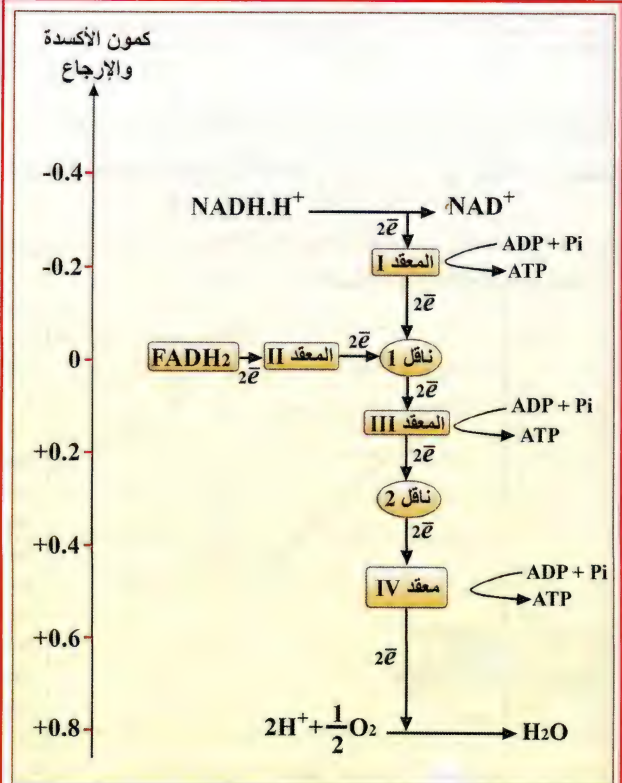


الوثيقة (3)

### III - التجربة 3- : مكنت الدراسات المختلفة من تحديد الآلية التي

تمت في الغشاء الداخلي للميتوكوندري وبعض هذه النتائج ممثلة في الوثائق 3 و4.

- ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها من الوثيقتين 3 و4؟

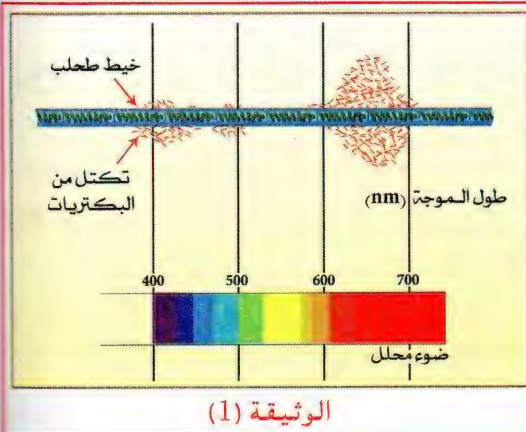


الوثيقة (4)



## تمرين 75

- I - من أجل فهم تأثير مختلف الإشعاعات الضوئية على ظاهرة التركيب الضوئي، قام الباحث Engelman سنة 1885 بتجربة مراحلها كالتالي: • وضع طحلبا خيطيا (Cladophora) بين صفيحة وساترة، في قطرة ماء، ثم وضع التحضير تحت المجهر، وسلط عليه ضوءا محملا بواسطة موشور.
- أضاف إلى المحضر بكتيريا محبة للاكسجين، وقادرة على الحركة في وسط سائل.
- تبين الوثيقة (1) النتائج المحصل عليها بعد دقائق.
- 1 - ما الهدف من إضافة البكتيريا إلى الوسط؟
- 2 - حلل الوثيقة، ماذا تستنتج؟
- 3 - هل تتوافق نتائج التجربة مع معلوماتك؟
- 4 - أكتب المعادلة الإجمالية لكل من الظاهرتين البيولوجيتين اللتان تقوم بهما كل من البكتريا والطحلب.
- II - لدراسة الظاهرة التي تقوم بها البكتيريا بصورة أدق نقوم بدراسة إحدى تجارب باستور حيث جدول الوثيقة (2) يوضح النتائج التجريبية لإحدى تجاربه بعد وضعه لخلايا الخميرة (كائنات حية عديمة اليخضور) في وسطين أحدهما هوائي والآخر آزوتي (لا هوائي). حلل وفسر هذه النتائج، وما هي المعلومة المستخرجة؟



الشروط التجريبية	وسط هوائي	وسط لا هوائي
المدة الزمنية	9 أيام	3 أشهر
تركيز السكر	5	5
حجم المحلول (ملل)	3000	3000
الكمية الإبتدائية للسكر (غ)	150	150
كمية السكر المستهلكة (غ)	150	45
كتلة الخميرة المتشكلة (غ)	1.970	0.255

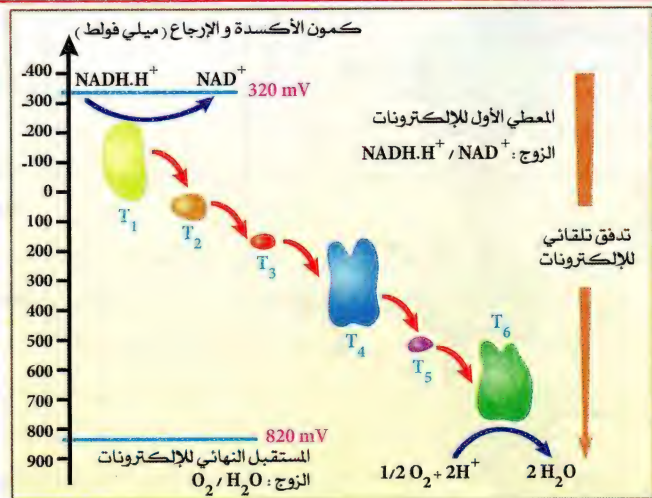
الوثيقة (2)

## تمرين 76

- في إطار دراسة آلية تركيب الـ ATP في الميتوكوندري والصناعات الخضرية إليك المعطيات والأعمال التجريبية التالية:
- 1 - نعلم أن سلاسل نواقل الإلكترونات تتواجد ضمن الأغشية المتخصصة لهاتين العنيتين. تمثل الوثيقة (1) بصفة مبسطة آلية نقل الإلكترونات:



الشكل (I) : على مستوى الصناعات



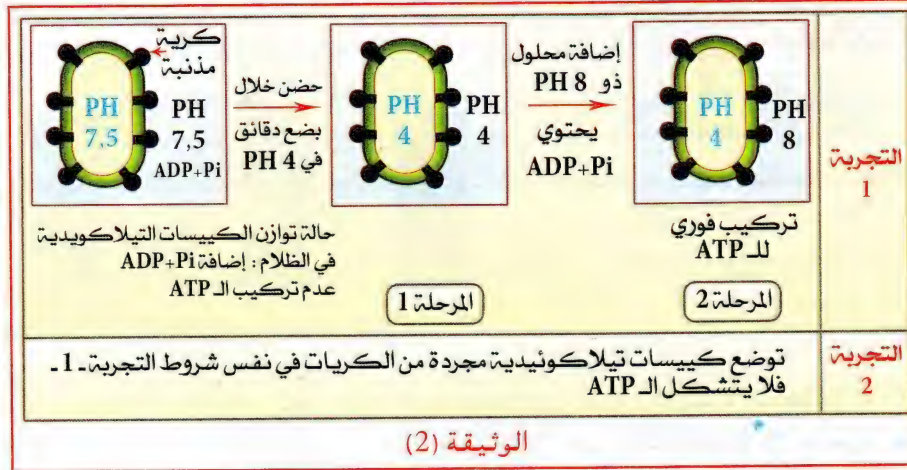
الشكل (II) : على مستوى الميتوكوندري

الوثيقة (1)



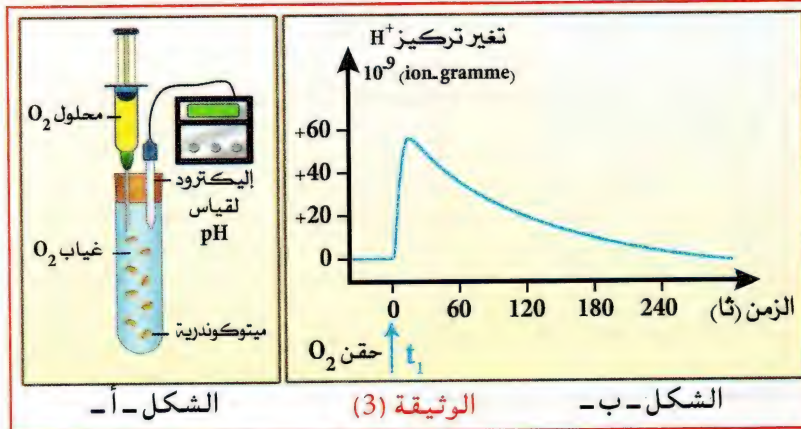
مستعينا بالمعلومات التي تقدمها هذه الوثيقة ومعارفك الخاصة، إشرح بالنسبة لكل من سلسلتي نقل الإلكترونات الآلية الفيزيائية التي تحكم نقل الإلكترونات.

- 2 - تلخص الوثيقة (2) تجارب أجريت على كيبسات تيلاكويديّة معزولة خضراء.  
- تؤدي تجارب مماثلة بإستعمال حوصلات مقلوبة للميتوكوندري إلى نفس النتائج.  
أ - إنطلاقاً من هذه المعطيات إستخرج شروط تركيب الـ ATP التي تم إظهارها في هذه التجارب.



ب - نضع كيبسات تيلاكويديّة في شروط تجريبية مماثلة للمرحلة 2 من التجربة 1 (الوثيقة 2)، ونضيف للوسط الدينيروتوفينول (DNP) التي تجعل غشاء التيلاكويدي نفوذا للبروتونات. نلاحظ عدم تركيب الـ ATP، كيف يمكن لهذه التجربة أن تؤكد النتائج السابقة للسؤال (أ)؟

3 - يسمح التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (3) (الشكل أ) بقياس تركيز البروتونات في معلق ميتوكوندري خال من الأكسجين، نضيف إلى هذا المعلق مركبا معطيا للإلكترونات قابلا للأكسدة مثل  $\text{NADH}_2$ ، هذا الأخير غير مؤكسد. وعند إضافة كمية محددة من  $\text{O}_2$  إلى المعلق، نلاحظ تغيرا في تركيز البروتونات في المعلق. النتائج المحصل عليها مدونة في منحنى الشكل - ب - من الوثيقة (3).



أ - فسر هذه النتائج.

ب - ما هي المعلومة المكملّة التي تقدمها لك هذه التجربة

فيما يخص الآلية المدروسة؟

4 - على أساس أجوبتك السابقة، لخص

في بضعة أسطر الآلية المسؤولة

مباشرة على إنتاج الـ ATP في

الميتوكوندري والصانعة الخضراء.

5 - إنطلاقاً مما تحصلت عليه من هذه

الدراسة ومعارفك الخاصة، بين

برسم تخطيطي وظيفي مبسط

عليه البيانات مكانة الـ ATP في تدفق الطاقة بداية من تحويل الطاقة الضوئية في الخلية ذاتية التغذية إلى

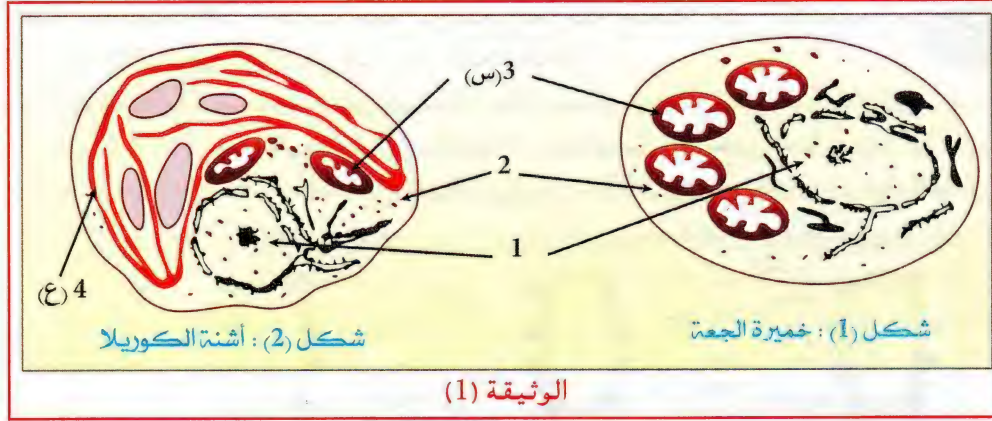
إستعمال الطاقة في الخلية غير ذاتية التغذية.

## تمرين 77

للخلية القدرة على إستعمال المواد والطاقة المستقاة من الوسط المحيط بفضل سلسلة من التفاعلات الكيميائية مفادها النمو والتكاثر، مع الحفاظ على الخصائص النوعية.

الشكلان (1) و (2) من الوثيقة (1) يمثّلان فطر خميرة الجعة وأشنّة الكلوريل، وهما كائنات وحيدة الخلية.





الوثيقة (1)

- 1 - أكتب البيانات المرقمة.
- 2 - ما هي الاختلافات البنيوية بين الكائنين الممثلين بالشكلين (1) و(2)، هل هناك علاقة بين هذه الاختلافات البنيوية و نمط حياة الكائنين؟
- 3 - أرسم ما فوق بنية العنصرين (س) و(ع)، وارفقهما بالبيانات اللازمة.
- 4 - نحضر وسط إستنبات على النحو التالي: ماء، فوسفات البوتاسيوم، كبريتات المغنيزيوم، كبريتات الحديد، ثاني فحمات الكالسيوم، نترات الكالسيوم وكبريتات المغنيز. يقسم هذا الوسط إلى قسمين، يضاف للقسم الاول خلايا خميرة الجعة وللقسم الثاني أشنة الكلوريلا، فنحصل بذلك على معلقين. نعرض المعلقين للضوء لفترة زمنية طويلة فنسجل: تكاثر الكلوريلا و نقص الوزن الجاف للخميرة. أ - ما هي خصائص وسط الإستنبات؟  
ب - كيف تفسر هذه النتائج؟ هل تؤكد هذه النتائج إجابتك للسؤال (2).
- 5 - قمت في المخبر بفحص هاتين الخليتين، فحصلت على الملاحظات التالية للعنصرين (س، ع) تحت شروط تجريبية مختلفة (الوثيقة 2)، إذا علمت أن أخضر جانوس الممدد المستعمل يكون أخضرا في حالة الأكسدة ويزول لونه في حالة الإرجاع.

الملاحظة	المعاملة بـ	وجود CO <sub>2</sub>	التعرض للضوء	الخلية المدروسة
تلون العنصر (س) بالأخضر	أخضر جانوس الممدد	+	+	خلية الشكل (1)
عدم تلون العنصر (ع)	ماء اليود	+	-	خلية الشكل (2)
تلون العنصر (ع) بالأزرق البنفسجي	ماء اليود	+	+	خلية الشكل (2)
العنصر (ع) ملون بالأخضر	الماء المقطر	-	+	خلية الشكل (2)
عدم تلون العنصر (ع)	ماء اليود	-	+	خلية الشكل (2)

الوثيقة (2)

- أ - فسر التغيرات اللونية على مستوى العناصر س، ع.
- ب - ما هي الظواهر المراد دراستها من خلال النتائج الملاحظة؟

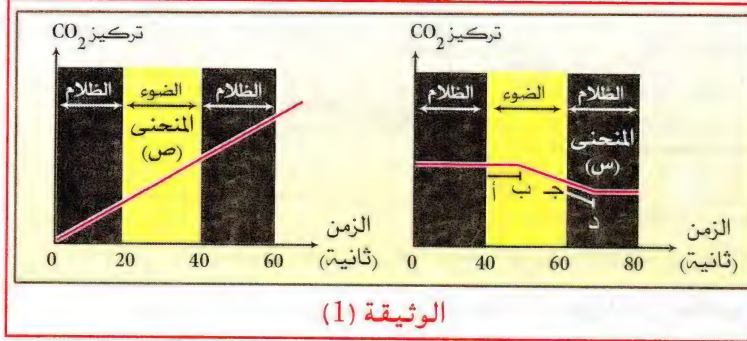
## تقريـن 78

- 1 - لدراسة الظواهر الطاقوية للخلية أنجزت سلسلة من التجارب على طحالب خضراء من نوع « Mougesta » في وسط زرع إصطناعي.



**التجربة الأولى :** نستنتج هذه الطحالب في وسط زراعي نمده بغاز  $CO_2$  يحتوي على أكسجين مشع  $O^{18}$ ، ونتابع التطور الكمي لغاز  $CO_2$  المنحل في الوسط، حيث نعرض وسط الزرع بالتناوب للظلام ثم للضوء لفترات زمنية متعاقبة. النتائج المتحصل عليها مدونة في المنحنى (س) من الوثيقة (1).

**التجربة الثانية :** في وسط خال من  $CO_2$ ، نرش الطحالب السابقة بمادة (فينيل لوريثان) التي تمنع حدوث المبادلات الغازية اليخضورية و نعرضها بالتناوب لفترات ضوئية و أخرى ظلامية. نتائج قياس التطور الكمي لغاز  $CO_2$  في الوسط مكن من إنجاز المنحنى (ص) من الوثيقة (1).



- أ - حلل كلا من المنحنيين (س)، (ص) من الوثيقة (1) ماذا تستنتج؟  
 ب - ما هي الظاهرة المعنية في كل تجربة؟ حده مقرر كل منها.  
 ج - ما هي المعلومة المستخلصة من التجربة الأولى فيما يخص تثبيت  $CO_2$ ؟  
 د - كيف تفسر كل من الجزئين أ ب، ج د من المنحنى (س)؟

**2 -** لمعرفة بعض المراحل الوسطية للظاهرة المبينة في التجربة الثانية، نزود الطحالب في مرحلة أولى بمادة أبيضية ذات صيغة كيميائية  $(H_2 - R - COOH)$  ذات أكسجين مشع نسجل إستهلاكها كبيرا لهذه المادة ويرافق ذلك ظهور غاز  $CO_2$  مشع في الوسط، وفي مرحلة ثانية نزود هذه الطحالب بنفس المادة الأبيضية ذات هيدروجين مشع  $(H_2 - R - COOH)$ ، نلاحظ ظهور ماء مشع في وسط الزرع  $H_2O$ ، وبموازاة ذلك نسجل إنخفاضاً محسوساً في تركيز  $O_2$  في وسط الزرع.

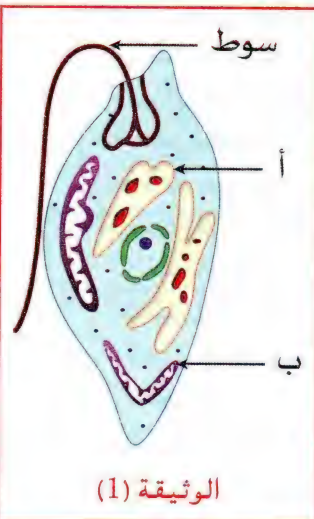
أذكر إسم التفاعل المبين في كل مرحلة. ماذا تستخلص؟

**3 -** بالإعتماد على النتائج المستخلصة من هذه التجارب ومن معلوماتك الخاصة وضح العلاقة الموجودة بين هاتين الظاهرتين اللتين كانتا محل دراسة في هذا التمرين مدعماً إجابتك بمعادلات كيميائية إجمالية.

## تمرين 79

**I -** اليوغولينا طحلب وحيد الخلية الوثيقة (1) يمكن زراعته في أوساط غذائية مختلفة في وجود الضوء أو في غيابه. الجدول الموالي يلخص سلوك الطحالب في أوساط زراعية مختلفة خلال عدة أيام:

الوسط 2	الوسط 1	
ماء + أملاح معدنية + جلوكوز	ماء + أملاح معدنية	شروط الوسط
الطحالب خضراء تنمو وتتكاثر	الطحالب خضراء تنمو وتتكاثر	الضوء
الطحالب غير خضراء تنمو وتتكاثر	تموت الطحالب بسرعة	الظلام



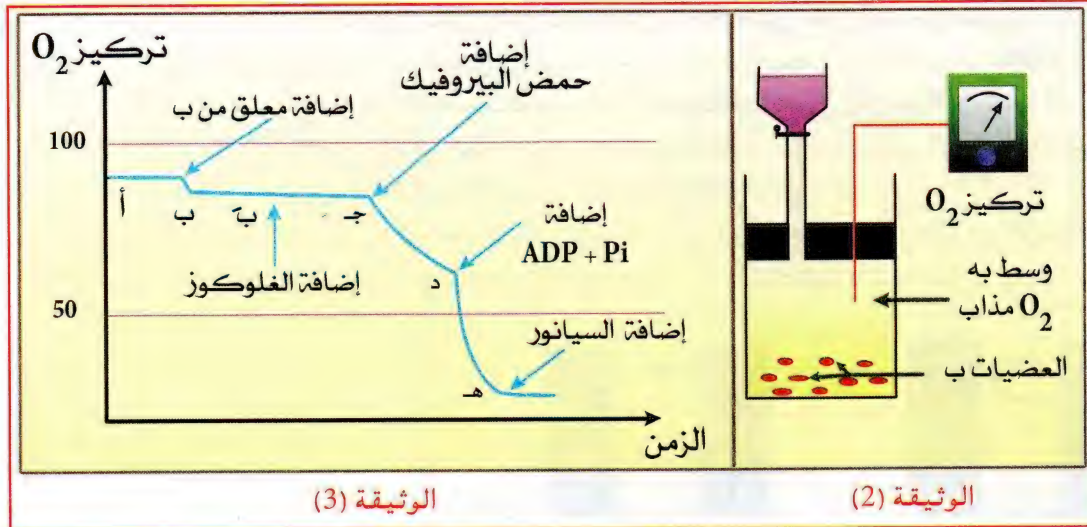
- 1 - فسر النتائج المتحصل عليها في كلا الوسطين.  
 2 - إعتماداً على معطيات الجدول والوثيقة (1) هل بإمكانك التعرف على العضيتين "أ" و "ب" وعلاقتهما بسلوك الطحلب في الوسطين السابقين.

**II -** لغرض تحديد دور العضية (ب) نقترح التجربة التالية:

**التجربة :** عزلت العضيات (ب) بواسطة جهاز الطرد المركزي، ووضعت في محلول

مناسب (موقي ومتساوي التوتر) مشبع بالأكسجين. تمثل الوثيقة (2) جهاز قياس كمية الأكسجين في الوسط تبعاً للزمن ولمختلف المواد المتفاعلة المضافة إلى الوسط، نتائج التسجيل ممثلة بيانياً في الوثيقة (3).





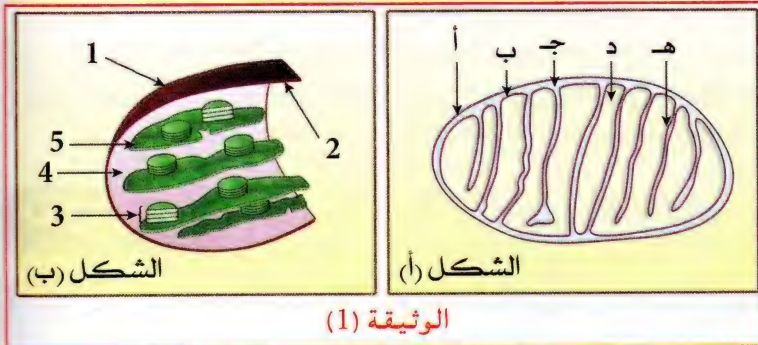
الوثيقة (3)

الوثيقة (2)

- 1 - حلل بدقة المنحنى الممثل في الوثيقة (3) مبرزاً دور العضيات (ب) في الخلية.
- 2 - لخص في رسم تخطيطي وظيفي أهم مراحل الظاهرة المعنية محدداً مقرها.

## تمرين 80

- 1 - لغرض دراسة الظواهر الطاقوية للخلية نقترح عليك الوثيقة (1) التي تم إنجازها إنطلاقاً من فحص بالمجهر الإلكتروني.



الوثيقة (1)

- أ - تعرف على العناصر المشار إليها في شكلي الوثيقة (1) مع ذكر عنوان مناسب لكل منهما.
- ب - في أي نوع من الخلايا توجد مثل هذه العضيات؟

- 2 - قصد معرفة كيفية تحول الطاقة على مستوى الخلية النباتية اليخضورية أجريت التجارب التالية :

- أ - وضعت عضيات الشكل (ب) للوثيقة (1) معزولة في وسط ماء ذو أكسجين مشع ( $H_2O^*$ ) و  $ADP$  و  $Pi$  ومادة مستقبلية للإلكترونات والبروتونات ( $e^-$ ,  $H^+$ ) يرمز لها بـ : T.
- عند إضاءة التركيب التجريبي نلاحظ : انطلاق  $O_2$  + إنتاج  $ATP$  + إرجاع T إلى  $TH_2$ .
- عند وضع التركيب التجريبي في الظلام نلاحظ : توقف الظواهر السابقة، كيف تفسر هذه النتائج؟
- ب - نعيد التجربة السابقة في وجود الضوء لكن كمية النواقل في الوسط محدودة، نلاحظ توقف انطلاق  $O_2$

(المشع) بعد مدة معينة من إنطلاقها. ما هي المعلومة التي تقدمها لك هذه التجربة؟

- 3 - لدراسة تحويل الطاقة على مستوى خلية حيوانية، نقوم بالتجربة التالية :
- نحضر نسيجاً حيوانياً في وسط غني بالـ  $O_2$  وبه غلوكوز ذو

المفتاح :

G : غلوكوز

P : حمض البيروفيك

K : مركبات حلقة كريبس

+++ : كميات معتبرة

++ : كميات متوسطة

+

الوثيقة (2)

الزمنة	الوسط الخارجي	
	الهيالوبلازم	العضية (أ)
0 ز	G <sup>+++</sup>	
1 ز	G <sup>++</sup>	
2 ز	P <sup>++</sup>	P <sup>++</sup>
3 ز	CO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	P <sup>++</sup> K <sup>+</sup>
4 ز	CO <sub>2</sub> <sup>++</sup>	K <sup>+++</sup>

تجربتي

بواسطة: جواد

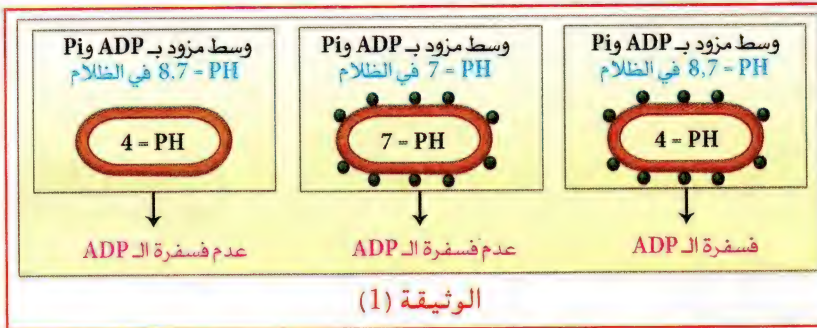
tajribaty.com



كربون مشع نعاير المركبات الناتجة على فترات زمنية معينة، النتائج المتحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة (2).  
 - حلل هذه النتائج وماذا تستخلص؟  
 4 - لخص (دون شرح) المراحل الأساسية للتحويلات الطاقوية التي تمت دراستها في هذا التمرين محددا مقر كل منها على مستوى عضيات الوثيقة (1).

## تمرين 81

1 - عزلت صانعات خضراء ووضعت في وسط خالي من  $\text{CO}_2$  ومعرض للضوء الأبيض، يضاف باستمرار كل من  $\text{NADP}^+$  و  $\text{ADP}$  و  $\text{Pi}$  فلو حظ إنطلاق غاز  $\text{O}_2$  إلا إنه لا يتم إصطناع الجزئيات العضوية.  
 أ - فسر هذه النتائج، وكيف تسمح الإضافة المتجددة للـ  $\text{NADP}^+$  و  $\text{ADP}$  و  $\text{Pi}$  بحدوث الظاهرة (إنطلاق  $\text{O}_2$ )؟  
 ب - إذا أعيدت نفس التجربة السابقة مع إضافة كمية من  $\text{NADP}^+$  و  $\text{ADP}$  و  $\text{Pi}$  فإنه بعد مدة يتوقف إنطلاق الأوكسجين، ولاحظ إنطلاقه من جديد عند تزويد الوسط بـ  $\text{CO}_2$ .  
 - فسر هذه النتائج، وهل يمكن إصطناع الجزئيات العضوية في هذه الشروط؟ علل إجابتك.

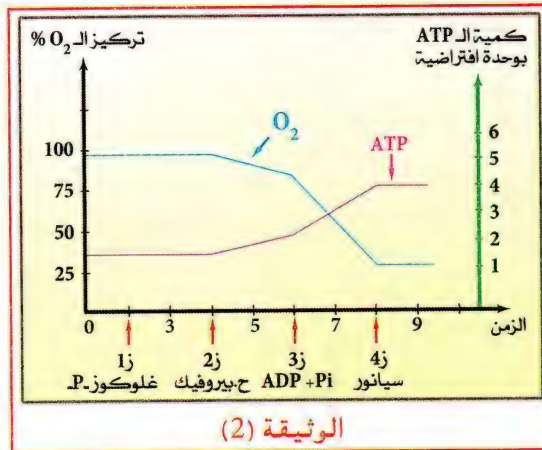


2 - بتقنية ما فوق الطرد المركزي للجزئيات تم عزل كيبسات ثم أجريت التجارب المبينة في الوثيقة (1).

أ - ماذا تستخلص من هذه التجارب؟  
 ب - هل تحصل على نفس النتائج إذا أجريت

التجربتان (1) و (3) في الضوء الأبيض؟ علل إجابتك.

3 - لدراسة النشاط الخلوي المرتبط بتدخل الميتوكوندري عزلت هذه العناصر ووضعت في جهاز قياس يحتوي محلولاً مغذياً درجة حموضته متعادلة ( $\text{pH} = 7.5$ ) ومشبع بالأوكسجين، تم قياس تغيرات كمية الاكسجين والـ  $\text{ATP}$  في شروط تجريبية مختلفة:



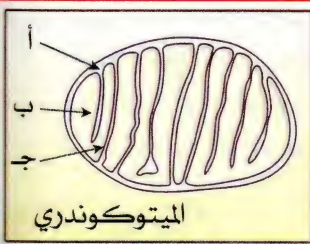
- في الزمن 1 تضاف كمية قليلة من الغلوكوز المفسفر.  
 - في الزمن 2 تضاف إلى الوسط كمية من حمض البيروفيك.  
 - في الزمن 3 تضاف إلى الوسط 200 ميكرومول من الـ  $\text{Pi} + \text{ADP}$ .  
 - في الزمن 4 تضاف إلى الوسط كمية من السيانور (يوقف السيانور أحد أنزيمات السلسلة التنفسية).  
 - النتائج المتحصل عليها مبينة في الوثيقة (2).  
 • حلل هذه النتائج، وما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها؟

4 - هل تسمح هذه المعطيات بتحديد المراحل الأساسية للنشاط الذي تقوم به الميتوكوندري؟ علل إجابتك.

## تمرين 82

1 - لمعرفة شروط تركيب الـ  $\text{ATP}$  في مستوى الميتوكوندري (الوثيقة 2) ننجز التجارب التالية بحيث تحتوي المنطقة (ب) على الـ  $\text{ADP}$  و  $\text{Pi}$ ، لاحظ الشروط والنتائج في جدول (الوثيقة 1).



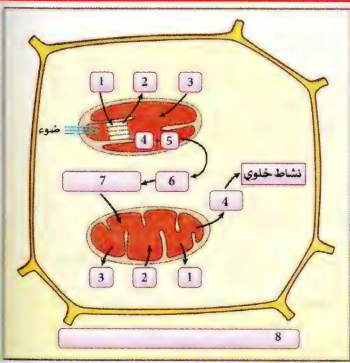


الميتوكوندري

الوثيقة (2)

التجارب	المنطقة (أ)	المنطقة (ب)	المنطقة (ج)	النتائج
(1)	7 = PH	7 = PH	وجود الكريات المذنبة	عدم تركيب الـ ATP
(2)	4 = PH	7 = PH	وجود الكريات المذنبة	تركيب الـ ATP
(3)	4 = PH	7 = PH	إنعدام الكريات المذنبة	عدم تركيب الـ ATP

الوثيقة (1)

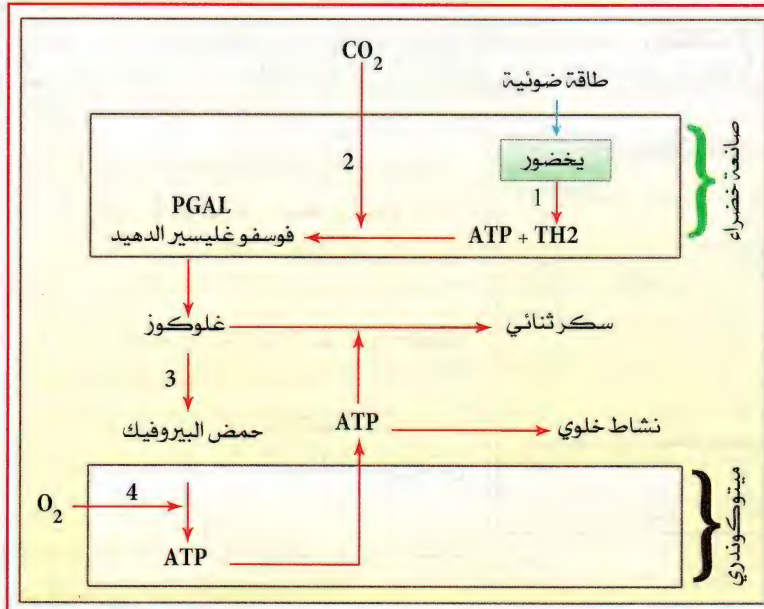


الوثيقة (3)

- 1 - قارن بين نتائج هذه التجارب ثم إستخلص شروط تركيب الـ ATP.
- 2 - مثل برسم تخطيطي مراحل تركيب الـ ATP في التجربة 2 من الجدول.
- ب - إعتماذا على المعلومات المستخلصة وبالإستعانة بمعلوماتك ضع البيانات مكان الأرقام المؤشرة في الوثيقة (3) بعد إعادة رسمها.
- إشرح في نص علمي وجيز التكامل الوظيفي بين الصانعة الخضراء والميتوكوندري.

### تمرين 83

تشكل المواد العضوية مصدرا للطاقة اللازمة لحياة الكائنات الحية لإحتوائها على طاقة كامنة في روابطها الكيميائية. نريد أن نبرز بعض مظاهر وآليات التحول الطاقي بالخلية، إن الوثيقة الموالية تظهر بصورة مبسطة بعض التحولات الطاقوية بالخلية.



- أ - سم الظواهر الممثلة بالأرقام 1، 2، 3، 4 حدد مقرها، ثم أكتب المعادلة الإجمالية لكل منها.
- ب - أذكر مكونات جزيئة الـ ATP ثم بين برسم تخطيطي مبسط كيفية ترتيب هذه المكونات.
- ج - ما هو الفرق بين دور جزيئة الـ ATP المتشكلة خلال الظاهرة 1 والظاهرة 4.
- د - إستخرج من المخطط الأدلة التي تبين أن جزيئة الـ ATP تلعب دور عامل إتصال طاقي، مع التعليل.
- هـ - سم الآلية التي ترافق حدوث الظاهرة 1 و 4 ثم إشرح علاقتها بجزيئة الـ ATP.



نريد دراسة بعض جوانب آليات تحويل الطاقة على مستوى خلية ذاتية التغذية.

تمثل الوثيقة (1) رسماً تخطيطياً للبنية الدقيقة لأشنة الكلوريل.

1 - ضع البيانات حسب الترتيب المعطى.

2 - لماذا تعتبر هذه الأشنة ذاتية التغذية؟

3 - إن العنصرين س، ع يعتبران مقراً لظاهرتين بيولوجيتين مهمتين.

$\alpha$  - سمي هاذين العنصرين س، ع مع ذكر الظاهرة على مستوى

كل واحد منهما.

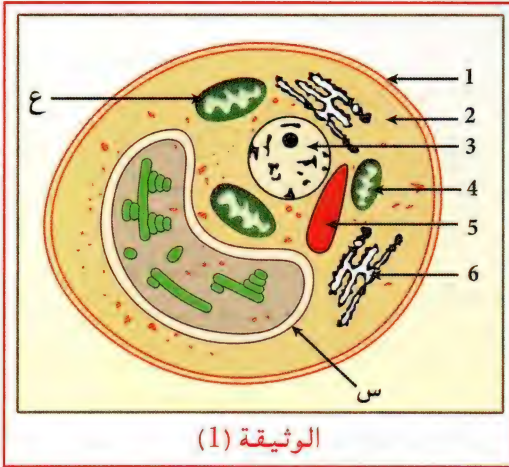
$\beta$  - كل شكل من شكلي الوثيقة (2) تمثل مرحلة مهمة من

إحدى الظاهرتين البيولوجيتين السابقتين.

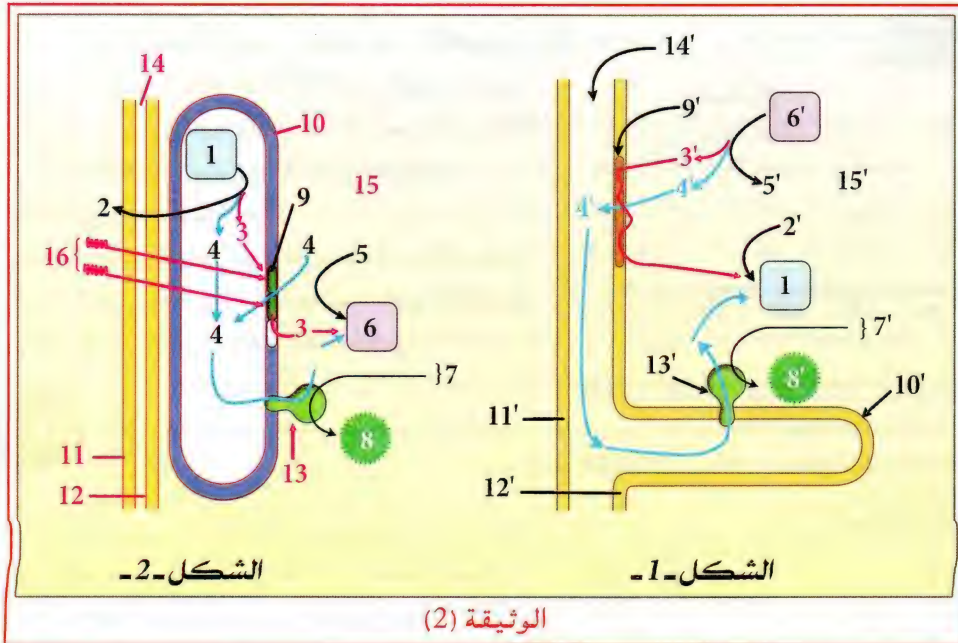
a - سمي هاتين المرحلتين.

b - ضع البيانات حسب الترتيب دون إعادة الرسم.

c - بين بالنسبة لكل شكل بجدول:



الوثيقة (1)



الشكل -2-

الشكل -1-

الوثيقة (2)

- مصدر كل من 3 و 3 ثم 4 و 4 التي يتم نقلها على مستوى الأغشية في كل من الشكلين (1) و (2)

من الوثيقة (2).

- الآلية الفيزيائية التي تحدد اتجاه نقل كل من 3 و 3 ثم 4 و 4 في نهاية سلسلة النقل.

- تشكل العنصر 8 و 8.

- المعادلة الإجمالية لمرحلتي الشكلين (1) و (2).

- ما هي المراحل الناقصة من كل ظاهرة، حدد مقرها ومعادلتها الإجمالية.

- المعادلة الإجمالية للظاهرتين التي تمثل الأشكال (1) و (2) مرحلة من مراحلها.

- قارن بين مرحلتي الشكل (1) والشكل (2) بنص علمي مختصر عما يحدث فيها.

أ - لإظهار نشاط الصانعات الخضراء نجري سلسلة تجارب في درجة حرارة ثابتة، الشروط والنتائج ندونها في الجدول التالي:



النتائج بعد 10 دقائق	الشروط التجريبية	المجاميع
<ul style="list-style-type: none"> <li>- زوال اللون الأزرق.</li> <li>- عدم تركيب جزيئات عضوية.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- معلق الصانعات معرضة للضوء.</li> <li>- وسط إستنبات خالي من <math>CO_2</math></li> <li>- أزرق الميثيلين المؤكسد.</li> </ul>	المجموعة 1
<ul style="list-style-type: none"> <li>- بقاء اللون الأزرق.</li> <li>- عدم تركيب جزيئات عضوية.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- معلق الصانعات في الظلام.</li> <li>- وسط إستنبات به <math>CO_2</math></li> <li>- أزرق الميثيلين المؤكسد.</li> </ul>	المجموعة 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>- زوال اللون وعودة ظهوره.</li> <li>- تركيب جزيئات عضوية.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- معلق الصانعات معرضة للضوء.</li> <li>- وسط إستنبات به <math>CO_2</math></li> <li>- أزرق الميثيلين المؤكسد.</li> </ul>	المجموعة 3

1 - فسر هذه النتائج التجريبية (علما أن أزرق الميثيلين يزول لونه في حالة الإرجاع)

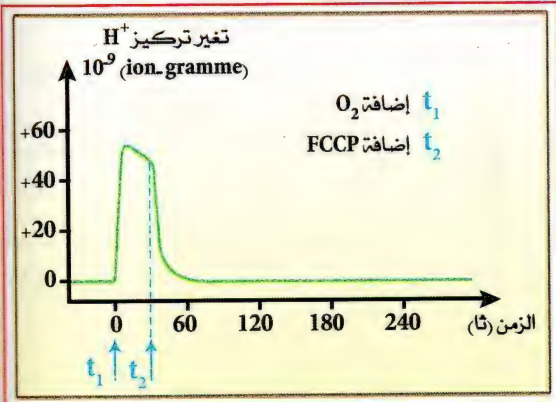
2 - مستعينا بمعلوماتك مثل دورة تثبيت غاز  $CO_2$  (دورة كالفن)

3 - لو فرضنا أن الصانعة إستهلكت 72 جزيئة  $CO_2$  المشعة. أحسب عدد جزيئات الـ APG والـ RDP والفركتوز المتشكلة. أحسب عدد جزيئات الـ  $NADPH_2$  والـ ATP المستهلكة.

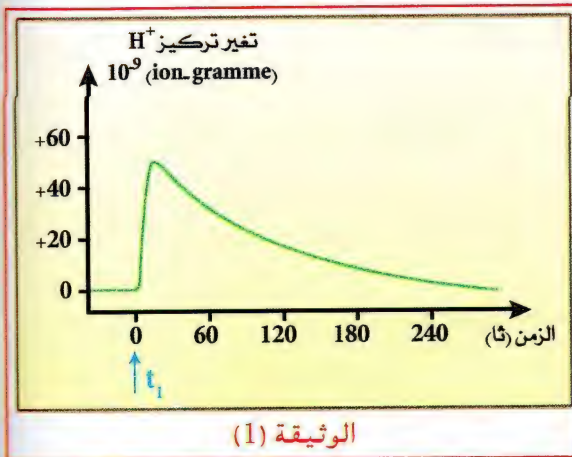
4 - حدد الأهمية البيولوجية للظاهرة التي تقوم بها الصانعات الخضراء في حياة الخلية.

5 - نقوم هذه المرة بوضع الميتوكوندريات في وسط لا هوائي وفي الزمن 1 نظيف للوسط كمية من الأكسجين وفي الزمن 2 نظيف مادة FCCP التي تجعل غشاء الميتوكوندري نفوذ للبروتونات ( $H^+$ ) وتم قياس PH الوسط ومثلت نتائج القياس في المنحنى المجاور. حلل المنحنى وماذا تستخلص.

**ب -** إنطلاقا من المعلومات المستخلصة من التمرين ومعلوماتك، أنجز رسما تركيبيا تبرز فيه العلاقة الوظيفية بين الميتوكوندري والصانعة الخضراء.



## تمرين 86



**I -** وضعت ميتوكوندريات معزولة في وسط خال من الـ  $O_2$ . في 1 تم حقن كمية من الـ  $O_2$  في هذا الوسط، وخلال هذه التجربة يتم باستمرار قياس تغيرات PH الوسط. والنتائج المتحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (1):

1 - إذا علمت أن الغشاء الخارجي للميتوكوندري نفوذ للبروتونات  $H^+$  فكيف تفسر تغيرات الـ PH، المبينة في المنحنى؟

2 - ما هي العلاقة الموجودة بين هذا التدرج في الـ PH وتكون الـ ATP؟ وضع ذلك.

**II -** وضع معلق الصانعات الخضراء في محلول واق خال من  $CO_2$ ، ثم أجريت عليها عدة تجارب ضمن درجة حرارة ثابتة وفي وجود مركب (D - 6 - 2) دي كلوروفينول أندوفينول لونه أزرق إذا كان مؤكسدا وعديم اللون إذا كان مرجعا، وجدول الوثيقة (2) يوضح الشروط التجريبية والنتائج المتحصل عليها :

1 - حلل نتائج هذه التجارب، ماذا تستخلص؟

2 - فسر باختصار ما حدث في المجموعة الأولى من الأنابيب؟

3 - ما هي المرحلة التي تم إظهارها في هذه التجارب؟ مع ذكر نواتجها النهائية مع التعليل.



الانابيب	محتوى الانابيب	الضوء	النتيجة بعد مرور مدة من الزمن
المجموعة 1	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء + 1 ملل من مركب 2-6-D	+	زوال لون مركب 2-6-D
المجموعة 2	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء + 1 ملل من مركب 2-6-D	-	عدم زوال اللون
المجموعة 3	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء مسخن لدرجة 100° لمدة 10 دقائق + 1 ملل من مركب 2-6-D	+	عدم زوال اللون

الوثيقة (2)

## تمرين 87

في إطار دراسة وظيفة كل من الميتوكوندري والصانعة الخضراء نقوم بالتجارب التالية:

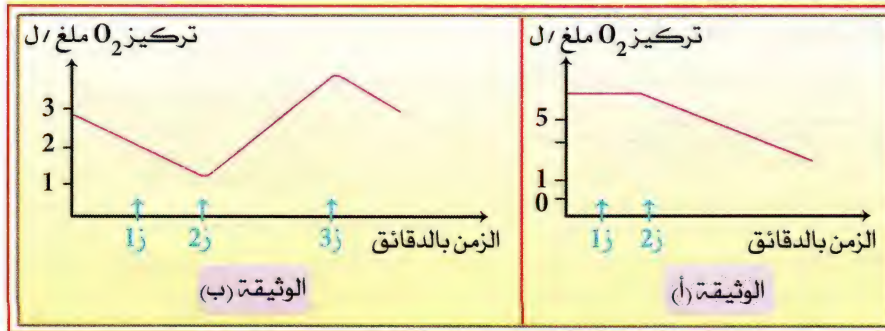
**التجربة الأولى:** ندخل في جهاز الـ Exao ميتوكوندريات مستخلصة من خلايا حيوانية بتقنية الطرد المركزي والموضوعة في محلول موقي مناسب، يسمح هذا الجهاز بإظهار إمتصاص غاز الـ  $O_2$  وإستهلاك مادة الأيض. نقوم بقياس نسبة الـ  $O_2$  في الوسط بدلالة الزمن: في ز1 نضيف كمية قليلة من الغلوكوز وفي ز2 نضيف كمية من حمض البيروفيك. النتائج المحصل عليها على شاشة الحاسوب موضحة في منحنى الوثيقة (أ).

**التجربة الثانية:** نضع مستخلصا خلويا يحتوي صانعات خضراء بالإضافة إلى عضيات أخرى، في جهاز تجريبي مائل للجهاز المستعمل في التجربة الأولى، نقوم بقياس نسبة الأكسجين  $O_2$  في الوسط بدلالة الزمن.

في الزمن ز1: نعرض المحضر للضوء.

في الزمن ز2: نحقن في المحضر مادة مستقبلية للإلكترونات.

في الزمن ز3: نوقف الإضاءة.

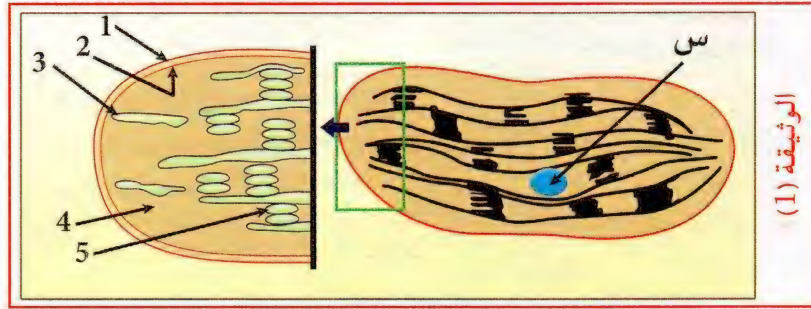


- النتائج المحصل عليها على شاشة الحاسوب موضحة في منحنى الوثيقة (ب).
- 1 — حل بصورة مفصلة الوثيقتين (أ) و(ب)، ماذا يمكنك أن تستنتج؟
  - 2 — ما هي الظاهرة الفيزيولوجية الهامة التي تحدث في مستوى كل من العضيتين؟

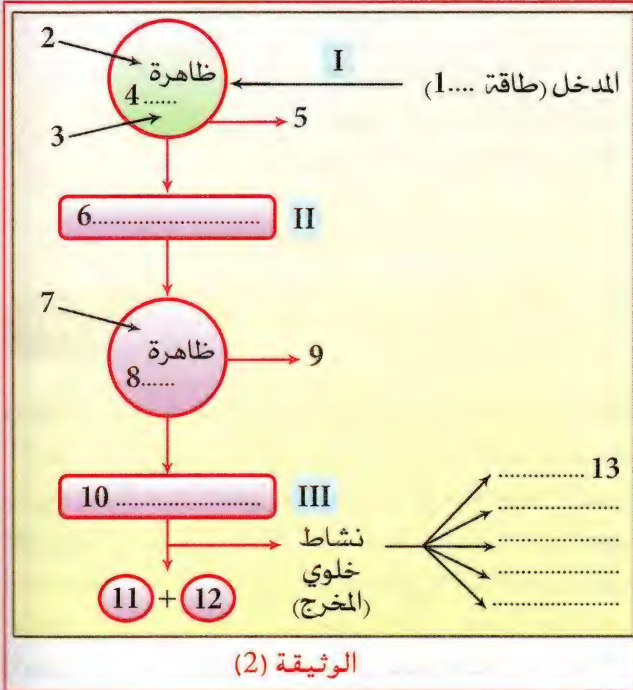
## تمرين 88

- 1 — تمثل الوثيقة (1) ما فوق البنية الخلوية لعضية قيل عنها «لو أفترقت ستضيع نسبة كبيرة من الحياة على سطح الأرض».





الوثيقة (1)



أ - تعرف على العضية وأكتب بيانات العناصر المرقمة من 1 إلى 5.

ب - يظهر الفحص الكيميائي بأن العنصر (س) هي مادة عضوية (النشاء) متشكلة من جزيئات الجلوكوز

• لخص بمعادلة كيميائية إجمالية الآلية التي سمحت بتشكيلها.

• ذكر بالمرحلة الأساسية لهذا التشكل، ومقرها على مستوى العضية السابقة.

2 - تمثل الوثيقة (2) مخطط تركيب لمفهوم الطاقة في حياة الخلايا.

أ - إقرأ المخطط بعناية ثم إملأ الفراغات المرقمة بالبيانات المناسبة دون إعادة رسم المخطط.

ب - حدد طبيعة الطاقة في المستويات I ، II ، III.

## تمرين 89

ليكون في متناول الكائنات الحية مصدر طاقة قابلة للاستعمال من طرف الخلايا، فإنها تقوم بتحويل الطاقة المستمدة من الوسط الخارجي إلى طاقة كيميائية يتحول جزء منها إلى جزيئات خاصة هي الـ ATP، نقترح عليك دراسة دور هذه الجزيئة في عمليات تحويل الطاقة داخل الخلية.

يعتبر الـ ATP مركب كيميائي حيوي ذو قدرة طاقوية عالية.

1 - أذكر مختلف مكونات الـ ATP ومثل بواسطة رسم تخطيطي مبسط عليه البيانات كيفية ترتيب مكونات هذه الجزيئة، ثم حدد على هذا الرسم المنجز جزيئتي الـ AMP والـ ADP.

2 - لماذا يعتبر الـ ATP جزيئة ذات قدرة طاقوية عالية؟

3 - لديك التفاعلين الإجماليين

التاليين أ ، ب :

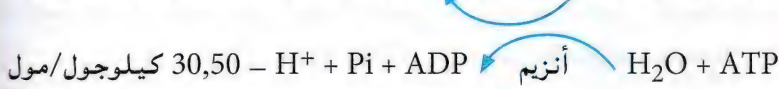
أ - ماهي المعلومات الأساسية التي يمكن إستخلاصها من فحص هذين التفاعلين؟

ب - كيف يمكن إعتبار المعلومات التي توصلت إليها دليلا على أن الـ

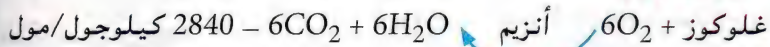
ATP يلعب دور عامل

إتصال طاقي؟

### التفاعل (أ)

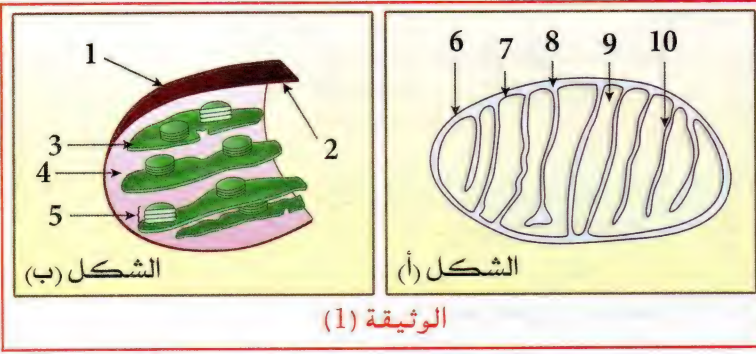


### التفاعل (ب)



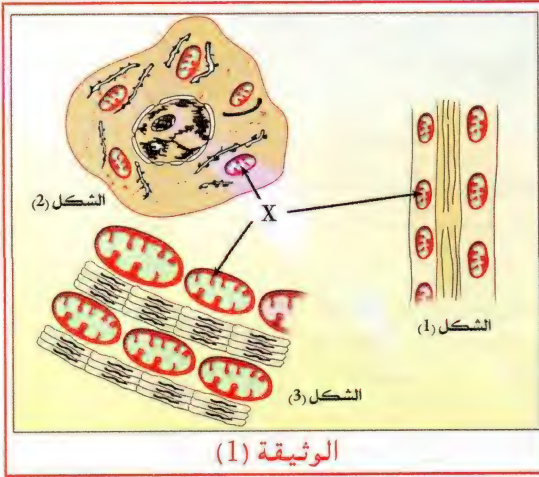


4 - يمكن أن يتشكل الـ ATP أثناء ظواهر معينة في عضيتين خلويتين، تمثل الوثيقة (1) ما فوق بنيتيهما الخلوية.



أ - سم العضيتين أ، ب وتعرف على العناصر المرقمة من 1 إلى 10.  
ب - ما هي الظاهرة الطاقوية التي تحدث في كل من العضيتين؟

## تمرين 90



تمثل الأشكال 1، 2، 3 من الوثيقة (1) ما فوق البنية الخلوية لثلاث خلايا وهي:

الشكل (1): جزء من القطعة المتوسطة لنطفة.

الشكل (2): خلية أصلية لكربية دموية حمراء نشاؤها الأساسي تشكيل الهيموغلوبين.

الشكل (3): جزء من الليف العضلي القلبي.

1 - تعرف على العضية X.

2 - أ - سم الظاهرة التي تحدث في مستوى العضية (X)، ثم أكتب المعادلة الإجمالية للظاهرة.

ب - يفرض أن كمية الطاقة التي ينتجها 1 غ غلوكوز تقدر بـ 15,9 كيلوجول، جزيئة غلوكوز مستعملة

من قبل الخلية في وسط هوائي تنتج 38 مول ATP وأن إمالة جزيئة ATP تحرر 30 كيلوجول.

- أحسب بالكيلوجول الطاقة الكيميائية لمول من الغلوكوز.

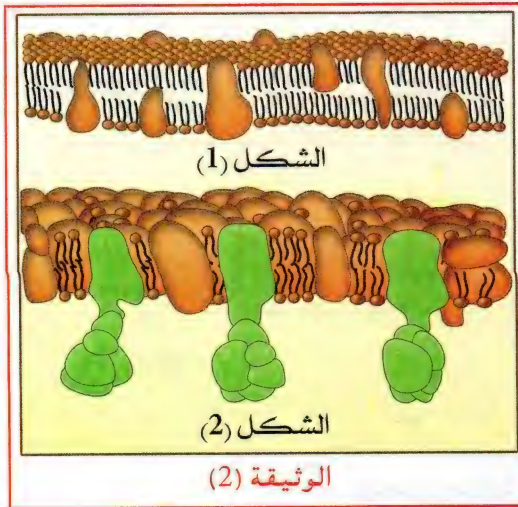
ج - أحسب بالكيلوجول الطاقة المخزنة على شكل ATP عند استعمال جزيئة غلوكوز ثم قدر بالنسبة المئوية (%) أي المردود الطاقوي بالنسبة لطاقة مول غلوكوز ( $H = 1$   $C = 12$   $O = 16$ ).

3 - وضح العلاقة الموجودة بين العضيات X والنشاط الفيزيولوجي لكل خلية.

4 - مكنا بتقنية خاصة والملاحظة بالمجهر الإلكتروني من إنشاء المخططين الممثلة بالشكلين (1، 2) من الوثيقة (2) المعبرين عن بنية غلاف العضية X.

- حدد الطبيعة الكيميائية للمركبات الداخلة في تركيب كل شكل.

5 - بإفتراض جزيئة غلوكوز واحدة تزن 0,5 غ فما هو عدد جزيئات الـ ATP التي يمكن إنتاجها عند إستهلاك 0,2 كغ من الغلوكوز بواسطة التنفس الهوائي.



## تمرين 91

أ - قام العالم إنجلمان عام 1885 بمجموعة من التجارب منها الموضحة في الجدول الموالي :



رقم التجربة	الشروط التجريبية	الملاحظة فيما يخص توزيع البكتيريا
1	نضع قطرة من سائل مغذي يحوي بكتريا شرهة للأوكسجين من نوع <i>Bacterium termo</i> بين صفيحة وساترة	فقاعة هوائية حافة الشريحة البكتريا
2	نعيد التجربة (1) ولكن نضع مادة شمعية على حواف الشريحة لمنع حدوث المبادلات الغازية	مادة شمعية
3	نعاود التجربة (1) ولكن نضع في الوسط خيط من اشنة الكلابوفورا (تحتوي صناعات خضراء) ويغيب الضوء.	خيط الاشنة
4	نعيد التجربة (3) ولكن بوجود الضوء	
5	نعيد التجربة (4) ولكن الضوء يسقط على الخيط بعد مروره عبر مؤشر زجاجي	البنفسجي الأحمر 700 mm 400 mm
6	نعيد التجربة (4) ولكن الضوء يسقط على الخيط بعد مروره عبر محلول اليخضور الخام في الكحول.	

- 1 - فسر ملاحظات التجارب الخمسة؟
  - 2 - ما هي الملاحظة المتوقعة في التجربة 6. علل إجابتك؟
  - 3 - إذا علمت أن الإشعاعات الأكثر إمتصاصا من قبل اليخضور هي الحمراء والبنفسجية. ماذا تستنتج من ذلك اعتمادا من التجربة 5 ؟
  - 4 - ما هو الهدف من إستعمال البكتيريا في التجارب السابقة؟
- ب -** الخميرة فطر مجهري تستعمل الغلوكوز كمادة أيضية، نزرع (2 غ) من الخميرة في وسط يحتوي على الغلوكوز في شروط تجريبية ماثلة لتجارب باستور. إن الملاحظات والنتائج موضحة في الجدول الموالي:

طبيعة الوسط	كمية الغلوكوز المستهلكة لكل غرام من الخميرة المتشكلة	كتلة الخميرة المتشكلة	الفحص المجهرى لخلايا خميرة الوسط
"أ" هوائي	4 غ	0,60 غ	تمتاز ب: عدد كبير من الخلايا - ميتوكوندريا نامية - شبكة محببة متطورة
"ب" لا هوائي	50 غ	0,255 غ	تمتاز ب: عدد قليل من الخلايا - ميتوكوندريات ضامرة - شبكة محببة ضامرة

- 1 - ما هي المعلومات التي يقدمها الجدول؟
- 2 - ماذا تستخلص من التحليل المقارن للفحص المجهرى لخلايا خميرة الوسطين؟ وهل يدعم المعلومات المستخلصة من السؤال السابق 1؟

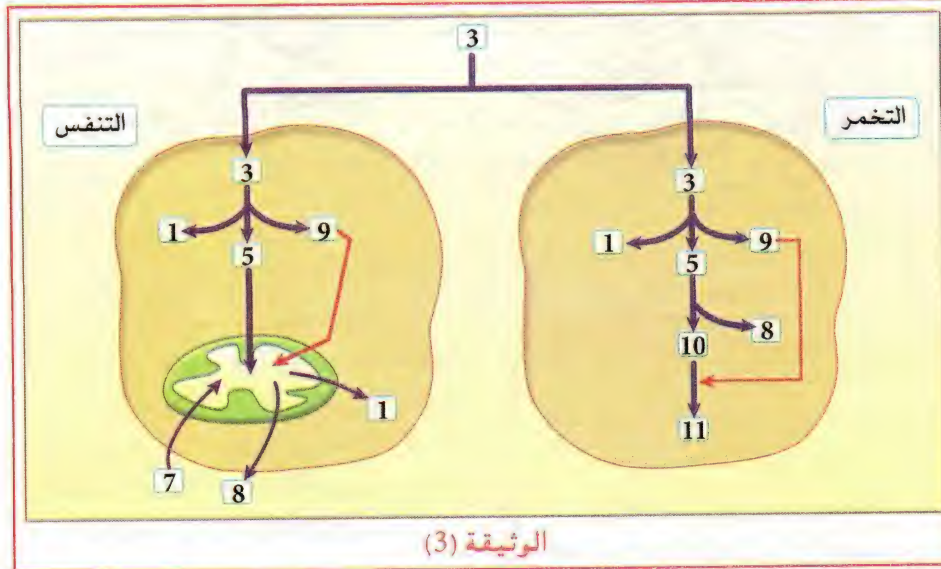
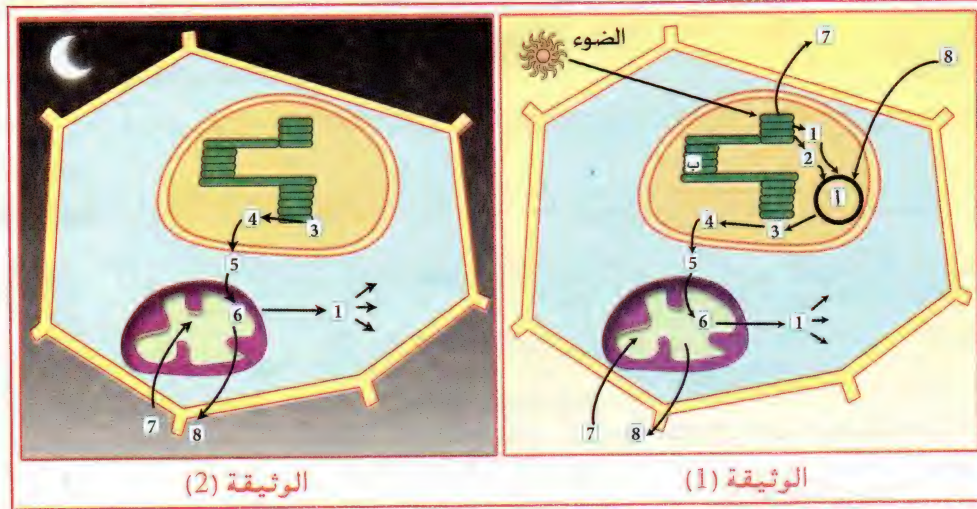


3 - إعتددا على النتائج الملاحظة في الجدول انجز منحنيي تغير عدد جزيئات الغلوكونز المستهلكة وكمية الـ ATP المتشكلة في الوسطين "أ" و "ب" ثم علق عليها.

## تمرين 92

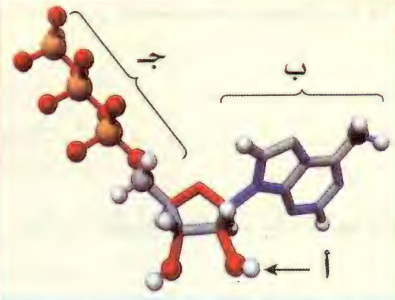
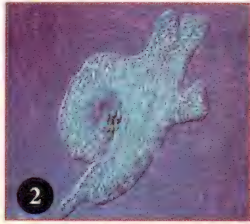
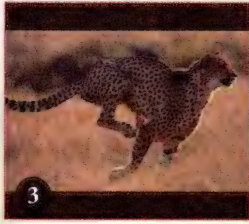
كل الكائنات الحية تحتاج على إمداد مستمر بالمواد والطاقة وذلك حفاظا على حياتها للقيام بمختلف نشاطاتها وأن حدوث تحولات الطاقة داخل خلاياها في شروط مناسبة ممثلة بالوثائق التالية:

- 1 - توضح الوثيقتين 1 ، 2 رسومات تخطيطية إجمالية لتحولات الطاقة في خلية يخضورية أثناء النهار والليل.
- أما الوثيقة (3) فتمثل رسم تخطيطي لمراحل الحصول على الطاقة الحيوية القابلة للاستعمال (ATP) بوجود وغياب الـ  $O_2$ .
- ضع المعلومات الصحيحة مكان الإرقام في الوثائق الثلاثة دون إعادة الرسوم.



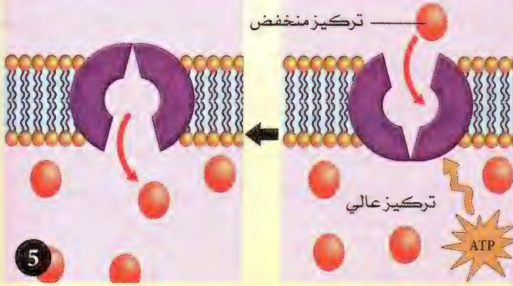
- 2 - يعتبر الـ ATP مركب غني بالطاقة وإمايتها تحرر طاقة تستخدم في جميع النشاطات الخلوية.
- أ - أكتب معادلة إماهة الـ ATP وكيف يسمى الأنزيم الذي يقوم بذلك والأنزيم الذي يقوم بالتركيب.
- ب - تمثل الوثيقة رقم (4) نمذجة لجزيئات الـ ATP، ماذا تمثل الأحرف أ ، ب ، ج ؟
- ج - لماذا تعتبر هذه الجزئية ذات قدرة طاقوية عالية ؟
- 3 - أشكال الوثيقة (5) تمثل بعض النشاطات التي تحتاج إلى الطاقة المستمدة من إماهة الـ ATP.





جزيئة الأدينوزين ثلاثي الفوسفات  
Adenosine Tri phosphate (ATP)

الوثيقة (4)



الوثيقة (5)

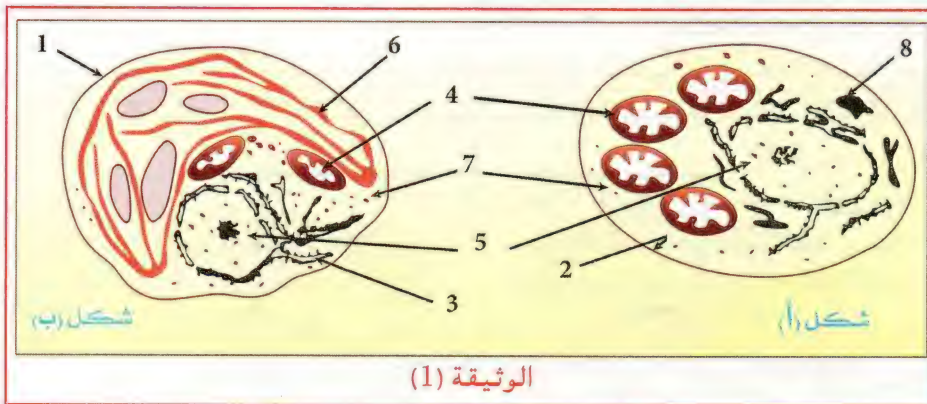


أ - حدد هذه النشاطات و صنفها.  
ب - هل يمكنك إقتراح بدائل كمصدر للطاقة لهذه النشاطات؟  
وضح ذلك.

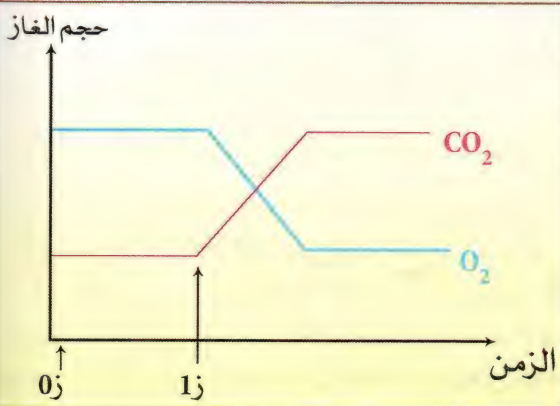
### تمرين 93

شكلي الوثيقة (1)، "أ" و "ب" يمثلان على التوالي فطر خميرة الجعة (كائن حي وحيد الخلية) وأشنة الكلوريل (وحيد الخلية).

- 1 - تعرف على العناصر المرقمة من 1 - 8.
- 2 - أعد رسم العنصرين 4 و 6 مع وضع كافة البيانات عليها بعناية.



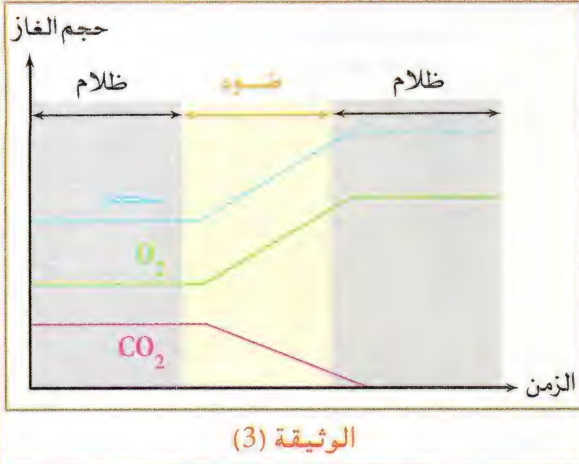
الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

- 3 - للتعرف على وظيفة العضية (4) نعزل هذه العضيات ونضعها في وسط ملائم، نضيف في الزمن 0z غلوكوز وفي 1z حمض البيروفيك، نقدر حجم غاز الأكسجين ( $O_2$ ) وثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) في الوسط، النتائج المحصل عليها موضحة في منحنيات الوثيقة (2).  
أ - فسر النتائج، ماذا تستنتج؟  
ب - أوجد العلاقة بين حمض البيروفيك و  $CO_2$  وعبر عنها بمخطط إجمالي.  
ج - عند إعادة التجربة السابقة بإستبدال العضيات (4) بخلايا فطر خميرة الجعة، هل تتغير النتائج؟  
علل ذلك.



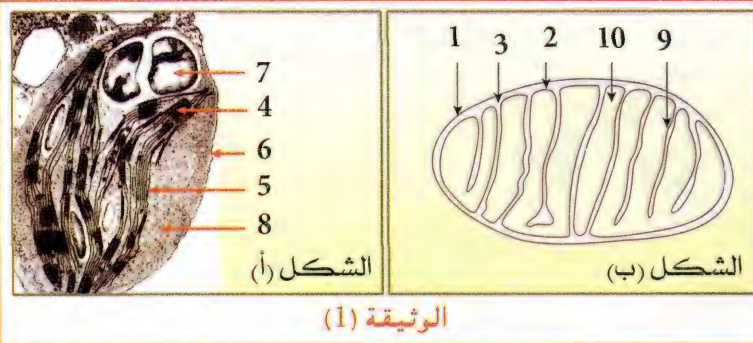


- 4 - للتعرف على وظيفة العنصر 6، ن عزل هذه العناصر من الخلايا ونضعها في وسط ملائم معرض للضوء. نقدر كمية كل من الأكسجين ( $O_2$ ) وغاز الفحم  $CO_2$  والسكر بالوسط، الخطوات التجريبية والنتائج المتحصل عليها مبينة في منحنيات الوثيقة (3).
- أ - فسر هذه النتائج.
- ب - إقترح تجربة تبين فيها مصير غاز الفحم الممتص ومصدر الأكسجين المطروح.
- ج - إستخلص وظيفة العنصر (6).
- د - إعتامدا على إجابتك السابقة إشرح مفهوم الكائن الحي ذاتي التغذية.

## تقريـن 94

للخلية القدرة على تحويل واستعمال الطاقة وهذا بفضل سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تحدث في عضيات متخصصة.

II - من أجل دراسة مقر التحولات الطاقوية أنجزت فحوصات مجهرية لبعض مكونات الخلية الحية والنتائج ممثلة في الوثيقة (1).

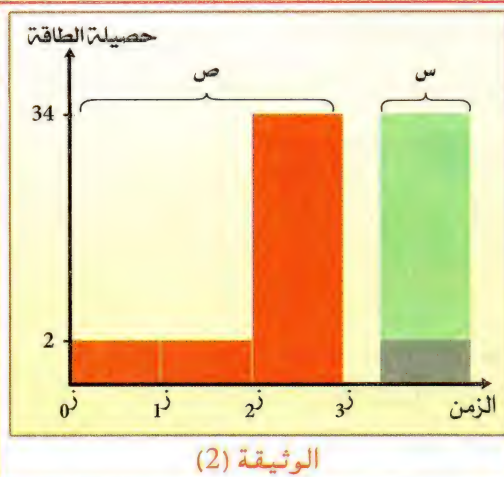


الوثيقة (1)

- 1 - تعرف على العناصر المرقمة من 1 إلى 10.
- 2 - مثل برسم تخطيطي البنية الجزيئية لأحد العناصر المكونة لـ 4 ثم قارن بين مكوناتها ومكونات العنصر 1 من الشكل (ب).
- 3 - صف البنية الممثلة بالشكل (أ).

II - تحصل الخلية الحية على الطاقة من هدم المواد العضوية، تمثل الوثيقة (2) الحصيلة الطاقوية لأكسدة الجلوكوز من طرف الخميرة بطريقتين :

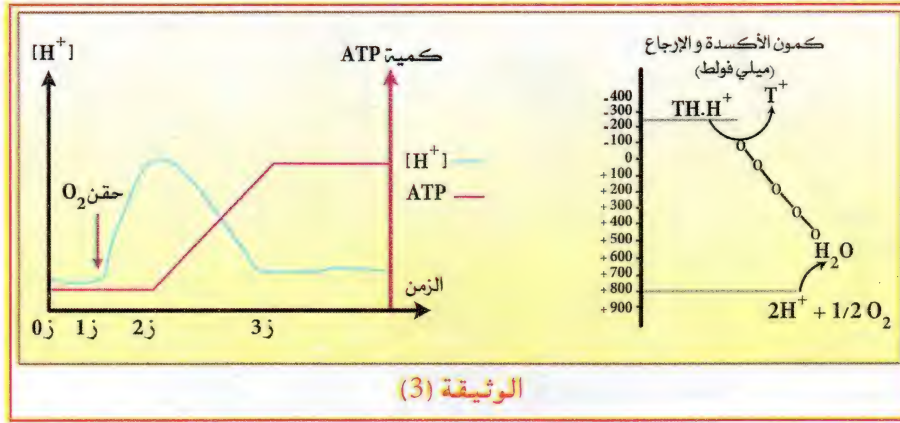
- 1 - ما هي الظاهرة الطاقوية المناسبة للحصيلة (س)؟ والظاهرة المناسبة للحصيلة (ص)؟
- 2 - أكتب المعادلة الإجمالية مبرزاً الحصيلة الطاقوية والكيميائية لكل ظاهرة.
- 3 - ماذا تمثل الأطوار ( $0Z$  -  $1Z$ ) ، ( $1Z$  -  $2Z$ ) ، ( $2Z$  -  $3Z$ ) ؟ وما هو مقر كل طور؟
- 4 - أكتب المعادلة الإجمالية لكل طور.
- 5 - لمعرفة آلية بناء الـ ATP الموافقة للطور ( $2Z$  -  $3Z$ ) نحضر معلقاً من عضيات الشكل ب من الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

- ونضيف لها  $ADP$ ،  $P_i$  و  $THH^+$  ونقيس تركيز  $H^+$  بلاقط مجهري على مستوى الحجرة الخارجية وكذلك كمية الـ ATP المتشكلة، سمحت نتائج الدراسة من إنجاز الوثيقة (3).
- أ - فسر المنحنيات ثم أوجد العلاقة بينها.
- ب - انطلاقاً من معطيات الوثيقة (3) ومن معارفك أنجز رسماً تخطيطياً دقيقاً مرفقاً بالبيانات لمقر حدوث الآلية الطاقوية الموافقة لهذه الوثيقة.

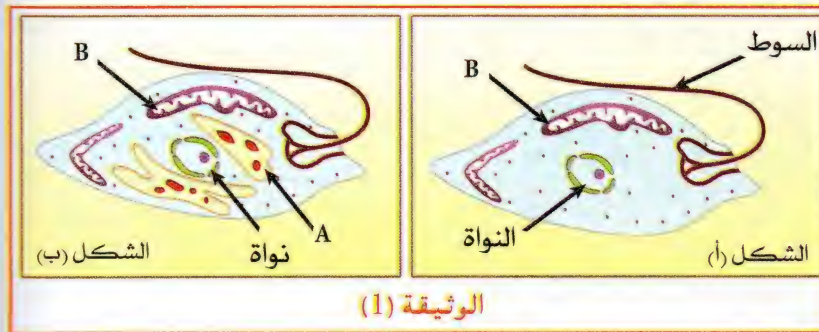




## 95 تمرين

اليوغالينا Euglènes كائن وحيد الخلية عبارة عن طحلب يحتوي على سوط يعيش في المياه العذبة، لفهم نمط حياة هذا الكائن نجري سلسلة من التجارب.

**التجربة 1:** نحقق ملاحظة بالمجهر الإلكتروني لليوغالينا الموضوعة في الضوء وأخرى موضوعة في الظلام، نتائج الملاحظة مبينة في الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (1) بينما الوثيقة (2) تمثل ما فوق بنية العضيتين A و B.



1 — ما هي الاختلافات البنيوية بين الشكلين (أ) و (ب)؟ علل هذا الاختلاف.

2 — حدد هوية كل من العضيتين A و B؟ وما هي الظاهرة الطاقوية التي تحدث في كل منها؟

**التجربة 2:** يمثل جدول الوثيقة (3) النتائج التجريبية التي أنجزت في ظروف متغيرة.



**الوثيقة (2)**

ظروف الإضاءة		المكونات الكيميائية للوسط	الوسط
ظلام	ضوء		
موت اليوغالينا	حركة + انقسام نشيط	ماء + أملاح معدنية	1
حركة + انقسام نشيط	حركة + انقسام نشيط	ماء + أملاح معدنية + غلوكوز	2

**الوثيقة (3)**

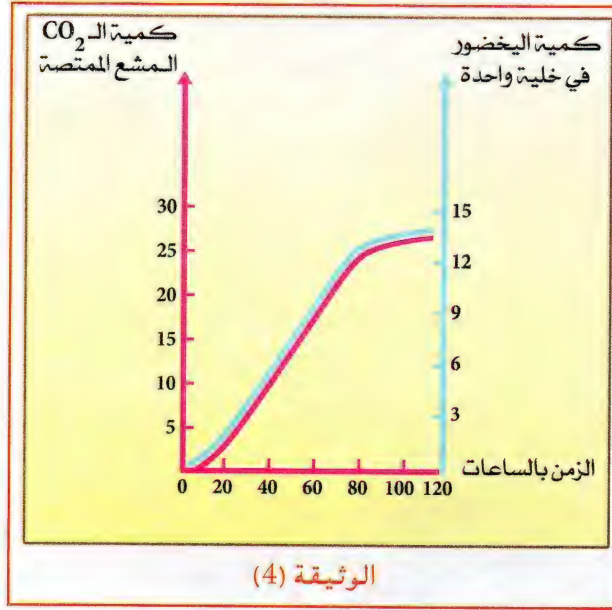
3 — فسر العلاقة بين اليوغالينا وظروف الوسط؟

**التجربة 3:** توضع اليوغالينا في الظلام لبضعة ساعات ثم تنقل إلى وسط مضاء يحتوي على  $CO_2$  مشع حيث نقيس تطور  $CO_2$  مشع وكمية اليخضور المحتواة داخل اليوغالينا، النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (4).

4 — حلل المنحنى وماذا تستخلص؟

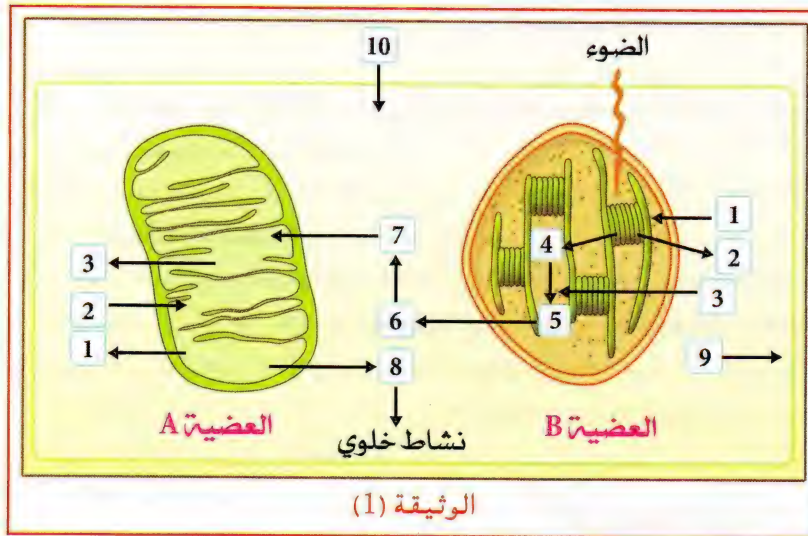
5 — انطلاقا من معلوماتك أنجز رسما تركيبيا تبرز فيه العلاقة الوظيفية بين عضيتي الوثيقة (2).





## تمرين 96

**I** — للحفاظ على استمرار حياتها والقيام بمختلف نشاطاتها الحيوية تحتاج الكائنات الحية مهما اختلفت مصدرها إلى تزويدها باستمرار بالمواد والطاقة. وتحولات المادة والطاقة تحدث داخل خلاياها في شروط مناسبة توضحها الوثيقة (1).



أ — تعرف على طبيعة الظواهر التي تحدث على مستوى العضيتين (A) و (B)، ثم ضع البيانات المرقمة من 1 إلى 10؛

ب — إن ترقيم (1، 2، 3) في الوثيقة (1) ترتيبها التصاعدي يتناسب طردياً مع زمن حدوثها على مستوى العضية (B) وعكسياً على مستوى العضية (A) علل ذلك؟

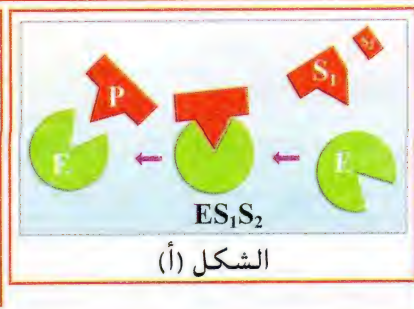
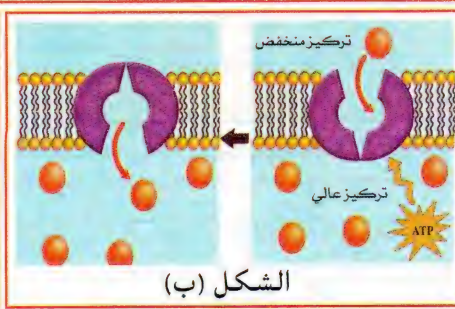
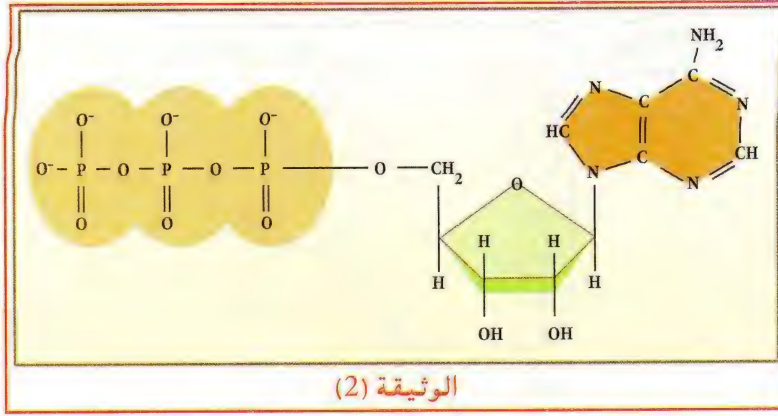
**II** — تمثل الجزئية الممثلة بالوثيقة (2) الناتج النهائي لتحولات المادة والطاقة داخل هذه الخلايا، أما أشكال الوثيقة (3) فتمثل بعض النشاطات المختلفة التي تتطلب هذه الجزئية.

أ — بين مختلف مكونات هذه الجزئية بعد إعادة رسمها.

ب — لماذا تعتبر هذه الجزئية ذات قدرة طاوقية عالية؟

ج — حدد نوعية النشاطات الموضحة بأشكال الوثيقة (3) مبيناً مصدر الطاقة.





الوثيقة (3)

## تمرين 97

للقيام بجميع مظاهر الحياة المختلفة يحتاج الكائن الحي إلى مادة وطاقة بصورة مستمرة، يستمد ههما من مواد غذائية مختلفة، يحصل عليها من وسط معيشته أو يصنعها.

I - 1 - أنجزت الوثيقة (1) انطلاقاً من ملاحظة مجهرية لجزء من خلية حية.

أ - تعرف على العناصر المرقمة.

ب - حدد نوع الخلية التي أنجزت منها الوثيقة (1) مع التعليل.

2 - تتشكل في العضيتين (2، 5) جزيئة (س) ذات قدرة طاقوية عالية ولمعرفة طبيعتها الكيميائية تمت إماتها

مخبرياً، فكانت من بين العناصر الناتجة الوحدة الموضحة في الوثيقة (2).

أ - حدد درجة إماة الجزيئة (س).

ب - تعرف على الوحدة المبينة في الوثيقة (2)

مع ذكر أهميتها في العضوية.





ج - ما هي بقية الوحدات المكونة للجزيئة الطاقوية (س)؟

د - سم الجزيئة (س) وعلل كونها ذات قدرة طاقوية عالية.

هـ - وضع برسم وظيفي بنية الجزيئة (س) مع كتابة البيانات اللازمة.

II - دراسة التحولات الطاقوية على مستوى خلية الوثيقة (1) أجريت عدة تجارب:

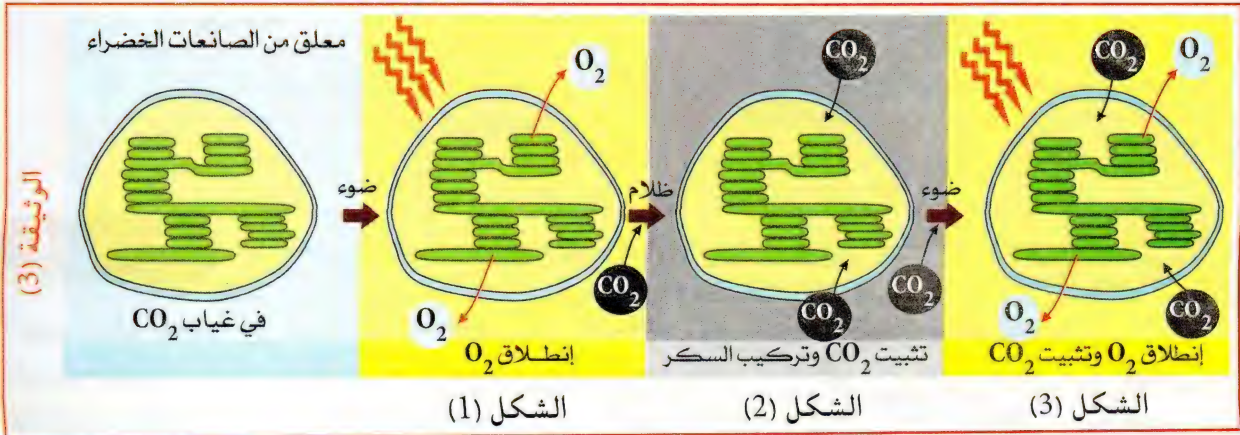
أ - لمعرفة مراحل حدوث الظاهرة الطاقوية التي تحدث في العضية (5) أجريت الدراسات التالية:

- عزلت العضيات (5) ضمن وسط ملائم في غياب  $CO_2$  وعند تعريضها للضوء يلاحظ انطلاق  $O_2$  لفترة قصيرة ثم يتوقف.

- عند وضع العضيات (5) في الظلام ويتوفر الـ  $CO_2$  لوحظ تثبيت الـ  $CO_2$  وتركيب المادة العضوية لفترة قصيرة.

- عند توفر الضوء والـ  $CO_2$  يلاحظ انطلاق الـ  $O_2$  وتثبيت الـ  $CO_2$  بصورة مستمرة.

تلخص الوثيقة (3) مراحل هذه الظاهرة:



1/ حدد شروط انطلاق الـ  $O_2$  في الشكل (1).

2/ ما هي الظاهرة الطاقوية المدروسة؟

3/ استخرج من تحليل الشكلين (1، 2) مراحل الظاهرة مع تحديد شروط كل مرحلة.

4/ هل يمكن للمرحلة التي تحدث في الشكل (2) أن تتم في وجود الضوء؟ علل ذلك.

5/ وضع بواسطة معادلتين إجماليتين نتائج كل مرحلة.

6/ مثل العلاقة بين المرحلتين بواسطة مخطط وظيفي.

ب - إن الجزيئات العضوية الناتجة عن الظاهرة التي تمت في العضية (5) تستغل في إنتاج الجزيئات (س) على

مستوى العضية (2) والممثلة بالوثيقة (4).

1/ أكتب البيانات المرقمة من الوثيقة (4).

2/ يبين جدول الوثيقة (5) مختلف المراحل

والشروط التجريبية على مستوى العضية (2)

بتوفر كل من الـ ADP والـ Pi:

أ/ ما هي المعلومات المستخلصة من

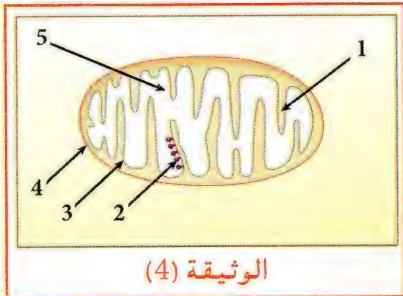
مقارنة نتائج المراحل (1، 2) و (2، 3)

و (2، 6)؟

ب/ فسر النتائج المحصل عليها في المرحلة (4).

ج/ اعتمادا على نتائج المرحلة (4) حدد مقر إنتاج الجزيئات (س) على مستوى العضيات (2) معللا

إجابتك.



الوثيقة (4)



المرحلة	الشروط التجريبية	النتائج
1	العضيات (2) كاملة + $O_2$ + غلوكوز	- ثبات تركيز الـ $O_2$ في الوسط. - عدم تشكل الجزئنة (س)
2	العضيات (2) كاملة + $O_2$ + حمض البيروفيك	- تناقص تركيز الـ $O_2$ في الوسط. - تشكل الجزئنة (س) بكميات معتبرة.
3	نفس شروط المرحلة (2) في غياب $O_2$	- عدم تشكل الجزئنة (س)
4	العضيات (2) منزوعة العناصر (2) + $O_2$ + حمض البيروفيك	- تناقص تركيز $O_2$ في الوسط. - تشكل الجزئنة (س) بكمية قليلة جدا.
5	العضيات (2) مخربة العنصر (3) + $O_2$ + حمض البيروفيك	- ثبات تركيز $O_2$ في الوسط. - عدم تشكل الجزئنة (س).
6	نفس الشروط المرحلة (3) + مستقبل للالكترونات	- تشكل الجزئنة (س) بكمية معتبرة.

#### الوثيقة (5)

### تقريب 98



الوثيقة (1)

العمل المنظم للخلية هو نتيجة تفاعلات بين مختلف الجزئئات الخلوية خاصة البروتينات، نقترح في هذا الموضوع معالجة بعض الظواهر من النشاط البيولوجي للبروتينات.

I - 1 - إن بنية البروتينات تكسبها تخصصا وظيفيا عاليا.

أ - الوثيقة (1) هي تمثيل فراغي لجزئنة بروتين.

α - تعرف على هذه البنية.

β - وضح بنية الجزء المؤطر في الوثيقة (1)

باستعمال الصيغة الكيميائية العامة

لوحدها التركيبية.

γ - استخرج كيف يتم الانتقال من هذه البنية

المؤطرة إلى الشكل الممثل في الوثيقة (1) لماذا

يعتبر هذا الانتقال أساسيا؟

ب - إن التخصص الوظيفي للبروتين مرتبط بصفة وطيدة ببنيته، فيما يتمثل هذا الارتباط؟

2 - يمثل الجدول التالي نسب تواجد البروتينات في بعض المكونات الخلوية؟

النسبة % للبروتين	المكونات الخلوية
80	الغشاء الداخلي للميتوكوندري
60	الغشاء الهيولى للكريات الدموية الحمراء
75	غشاء التيلاكويدي
90	الليف العضلي
60	الغشاء الخارجي للميتوكوندري

- ما هي الملاحظات التي يمكن

استخراجها من هذه النسب؟

ماذا يمكنك استنتاجه؟

II - 1 - تمثل الوثيقة (2) جزئنة الجسم

المضاد.

أ - تعرف على العناصر

المرقمة من 1 إلى 6.

ب - أذكر الطبيعة الكيميائية

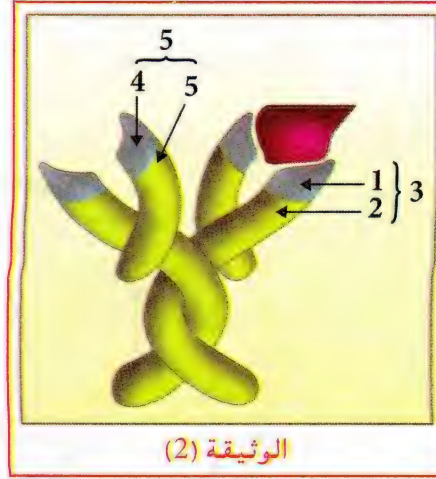
لهذه الجزئنة.



ج - لإظهار وجود الأجسام المضادة في المصل نستعمل تقنية الانتشار المناعي على هلام نضع محاليل الأجسام المضادة ولمولدات ضد كل منها على حدة في حفر أحدثت في مادة الهلام (الجيلوز). تنتشر هذه الجزيئات في الهلام ويظهر راسب كلما تشكل معقد مناعي. تبين الوثيقة (3) النتائج المتحصل عليها بهذه التقنية.

α - حلل هذه النتائج. ماذا تستنتج؟

β - هذه النتائج تبرز التخصص العالي الوظيفي لجزيئة الجسم المضاد. اشرح ذلك.



2 - الدريبانوسيتوز هو نوع من مرض فقر الدم الناتج عن تشكيل غير طبيعي للهيموغلوبين تمثل الوثيقة (4) تتابع نيكلويوتيدات لجزء من سلسلة ADN وعديد الببتيد الموافق لها عند شخص عادي وعند شخص مصاب بالدريبانوسيتوز (لاحظ الوثيقة).

عدد الببتيد الموافق	جزء من سلسلة ADN	1	2	3	4	5	6	7
فالفين	C → بداية القراءة	A	T	G	T	G	C	C
هستيدين		G	T	T	G	G	A	T
لوسين		G	A	A	G	G	C	C
ثريونين		T	G	T	G	G	C	T
برولين		G	A	G	G	T	C	T
فالفين		C	A	C	C	C	C	T
حمض غلوتاميك		C	T	C	C	C	C	C

عدد الببتيد الموافق	جزء من سلسلة ADN	1	2	3	4	5	6	7
فالفين	C → بداية القراءة	A	T	G	T	G	C	C
هستيدين		G	T	T	G	G	A	T
لوسين		G	A	A	G	G	C	C
ثريونين		T	G	T	G	G	C	T
برولين		G	A	G	G	T	C	T
حمض غلوتاميك		C	A	C	C	C	C	T
حمض غلوتاميك		C	T	C	C	C	C	C

الوثيقة (4)

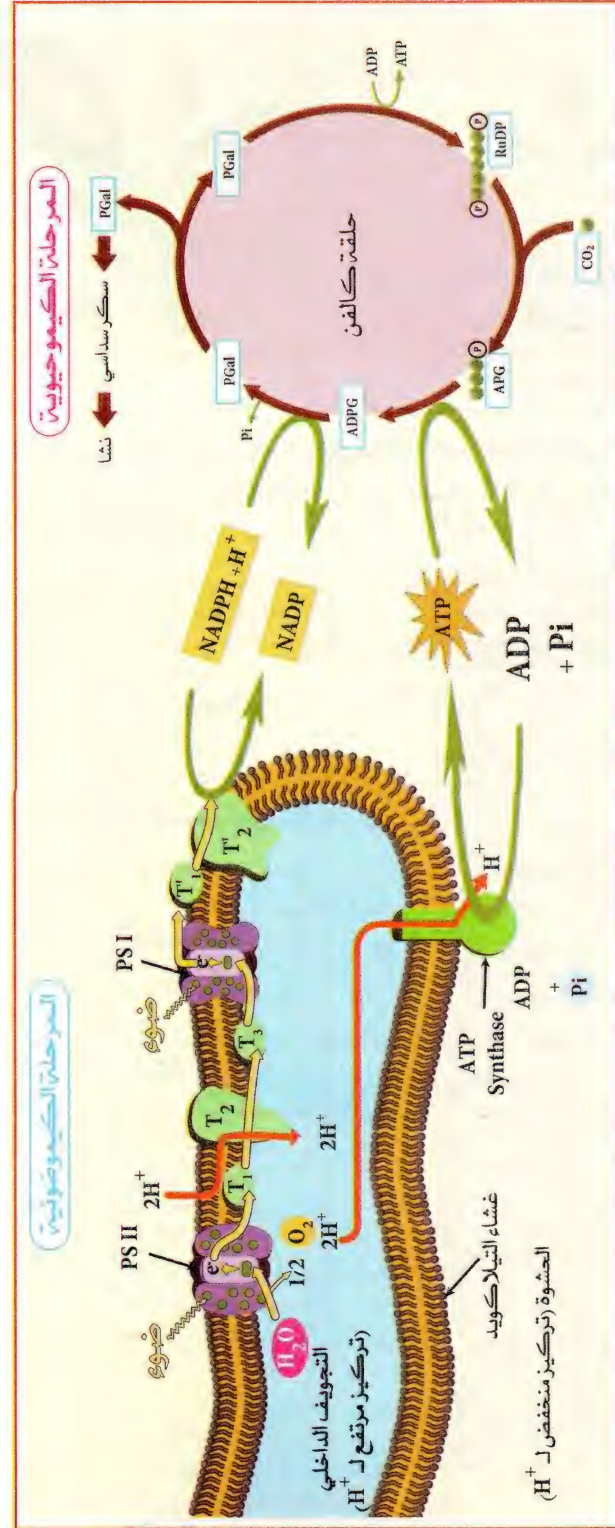


أ - قارن بين سلسلتي النيكلوتيدات من جهة وبين متعددات الببتيد الموافقة لها من جهة أخرى.

ب - ماذا تستنتج فيما يخص أصل هذا المرض؟

ج - كيف تمكنك المعلومات المستخلصة سابقا من تحليل التخصص والتنوع للبروتينات؟

III - بالاستعانة بالمعلومات المستخلصة سابقا من السؤالين I . II ومعلوماتك الخاصة بين باختصار أن مختلف مظاهر الحياة الخلوية مرتبطة بوجود البروتينات .



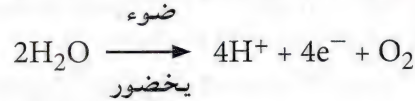
العلاقة بين مرحلتَي التركيب الضوئي



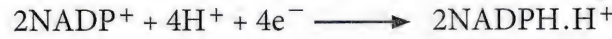
- 1 - العضية هي: الصانعة الخضراء. البيانات: 1 - الحشوة، 2 - صفيحة حشوية، 3 - غشاء خارجي (غلاف الصانعة)، 4 - صانعة نشوية. 5 - حبيبية.

2 - التجربة الأولى:

أ - تفسير النتائج: إنطلاق  $O_2$  ناتج عن التحلل الضوئي للماء.



- ظهور  $NADH.H^+$  يعود إلى إرجاع  $NADP^+$  في نهاية سلسلة التركيب الضوئي بإلكترونات الماء والبروتونات الموجودة في الحشوة كما يلي:



- ظهور البروتونات داخل الكيس مصدرها:

• التحلل الضوئي للماء.

• إنتقال البروتونات من الحشوة إلى داخل الكيس عبر غشائها عكس تدرج التركيز ويتطلب طاقة (النقل الفعال) والطاقة مستمدة من الـ ATP الناتج من حركة الإلكترونات.

- إنتاج الـ ATP: خروج البروتونات عبر الكرات المذبذبة وحسب تدرج التركيز يحرر طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP.



التجربة الثانية:

ب - تحليل المنحنى: - بوجود الضوء: كمية  $CO_2$  المثبتة من قبل الأشنة ثابتة.

- في الظلام: يستمر تثبيت  $CO_2$  في الظلام لكن بسرعة متناقصة حتى تنعدم في الثانية 20 تقريباً.

ج - أفسر الإنخفاض في كمية  $CO_2$  المثبتة في الظلام لتناقص تدريجي في كمية كل من الـ ATP و  $NADH.H^+$  (نواتج المرحلة الكيموضوية) لأنها تستخدم في تثبيت  $CO_2$  ولن تعوض بكميات جديدة لغياب الضوء إلى أن تنعدم (تنفذ) في الثانية 20.

التجربة الثالثة:

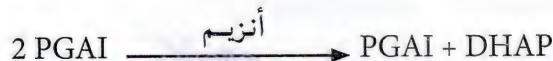
د - التسلسل الزمني لظهور المركبات:

APG ← السكر الثلاثي الكربون المفسفر (TP) ← السكر السداسي الكربون المفسفر (HP).

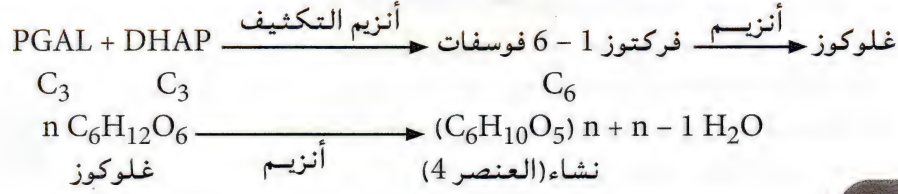
التعليق: عندما تنخفض نسبة الإشعاع في الـ APG تزداد في نفس الوقت في السكر الثلاثي الكربون وعند إنخفاض نسبة الشعاع في هذا الأخير تبدأ تظهر في السكر السداسي.



3 - المعادلات:







2

إجابة السؤال

- أ - 1 - العضية هي الصانعة الخضراء.  
 2 - البيانات : 1 - غشاء خارجي ، 2 - غشاء داخلي ، 3 - الحشوة ، 4 - غرانا (بذيرة) أو حبيبة ، 5 - تجويف التيلاكويد ، 6 - صفيحة حشوية ، 7 - نشاء ، 8 - تيلاكويد (كيس).  
 3 - وصف الصانعة الخضراء :  
 • تحاط الصانعة الخضراء بغلاف مكون من غشائين (خارجي وداخلي).  
 • تحتوي على شبكة من التراكيب الغشائية تعرف بالتيلاكويد تميز منها : الكييسات والصفائح الحشوية.  
 • تصطف الكييسات فوق بعضها مكونة تراكيب تعرف بالجرانا (البذيرات).  
 • تتكون الكييسات (التيلاكويد) من غشاء التيلاكويد الذي يحيط بتجويف يسمى التجويف الداخلي.  
 • تحتوي الصانعة على حيز تقع بين التيلاكويد و الغلاف يعرف بالحشوة (المادة الأساسية).  
 4 - التعليل : لأنها مقسمة إلى حجيرات مفصولة بأغشية :  
 • الجزء الموجود بين الغشائين (الحيز بين الغشائين).  
 • الحشوة (المادة الأساسية).  
 • تجاويف التيلاكويد.

ب - تختلف التيلاكويد في مكوناتها الكيميائية عن الحشوة حيث :

— تحتوي أغشية التيلاكويد على :

• الانظمة الضوئية PS.

• نواقل الإلكترونات.

• إنزيم إنتاج الطاقة ATP Synthetase.

• الأصبغة المختلفة.

— في حين تحتوي الحشوة على المكونات التالية :

• مواد الأيض الوسطية لتركيب الجزيئات العضوية.

• مرافقات إنزيمية (NADP<sup>+</sup>).

• ADP ، ATP ، Pi.

• إنزيمات مختلفة.

الإستنتاج : الإختلاف في التركيب الكيميائي للتيلاكويد والحشوة يؤدي إلى الإختلاف في الدور الذي يقوم به كل منهما اي الإختلاف في الوظيفة.

ج - 1 - وصف كيفية توضع مكونات غشاء التيلاكويد :

— هناك نظامان ضوئيان في الغشاء هما PSI ، PSII وبينهما ثلاثة (3) نواقل للإلكترونات ، كما يوجد ناقلان للإلكترونات بعد PSI كما يوجد في الغشاء إنزيم ATP Synthetase.

2 - تحديد بنية النظام الضوئي :

— الانظمة الضوئية PS هي معقدات بروتينية كبيرة تحتوي على عدد كبير من الصبغات موزعة بطريقة منتظمة داخل المعقد البروتيني.

3

إجابة السؤال

أ - التجربة 1 : 1 - تحليل المنحنين :

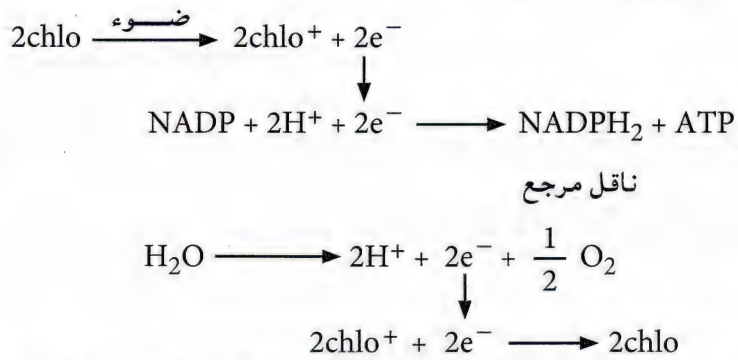


في الظلام: لا يتم التمثيل الضوئي أي لا يتحلل الماء ولا ينشأ تدرج في تركيز البروتونات وهو ما يفسر إنعدام الزيادة في نسبة الـ  $O_2$  وعدم تركيب الـ ATP.

في الضوء: تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية فيتحلل الماء وينشأ تدرج في تركيز البروتونات مما يؤدي إلى إرتفاع نسبة الـ  $O_2$  وتراكم جزيئات الـ ATP.

– التفاعلات التي تتم في الفترة الزمنية المحصورة بين ز1 – ز3 هي تفاعلات المرحلة الكيمو ضوئية والتي نلخصها فيما يلي: (راجع إجابة التمرين 12)

- تنبيه اليخضور الذي يتخلى عن إلكتروناته لسلسلة أكسدة وإرجاع.
- إرجاع آخر ناقل وهو الـ  $NADP^+$  في مستوى المادة الأساسية (الحشوة).
- أكسدة الماء.
- إسترجاع الإلكترونات من طرف اليخضور للعودة إلى حالة الإستقرار.
- نشوء تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف الكييس والمادة الأساسية (الحشوة).
- خروج البروتونات من الكييس عبر الكرات المذنبية وتركيب الـ ATP.



2 – تسمى هذه المرحلة بالمرحلة الكيمو ضوئية ومقرها هو الكييس (التيلاكويد).

#### ب – التجربة 2 :

1 – المعلومات المستخلصة من توافق نتائج التجريتين 2 و 4 هي أن الكييسات في وجود الضوء توفر الـ ATP والناقل المرجع ( $NADPH_2$ ) لتفاعلات المرحلة الكيمو حيوية التي تتمثل في تثبيت  $CO_2$  لإنتاج المواد العضوية.

2 – تفسير تثبيت  $CO_2$  لإنتاج النشاء: يتم تثبيت  $CO_2$  من طرف الريبولوز ثنائي الفوسفات (RDP) الذي يتجدد وتفاعلات حلقة كالفن (راجع إجابة التمرين 23) توضح كيف يتشكل النشاء.

#### 4 إجابة التمرين

I – 1 – إستخلاص نوع التفاعل الذي حدث في (1 ، 2)؟

- في (1): تفاعل أكسدة.
- في (2): تفاعل إرجاع.
- 2 – طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي: – تفاعلات أكسدة وإرجاع.
- 3 – تحديد البنيات المتدخلة في سيرورة التركيب الضوئي:
  - الأكسدة تتم في غشاء التيلاكويد لأنها تتطلب وجود اليخضور والضوء.
  - الإرجاع يتم في الحشوة لأنه لا يتطلب الضوء.
- 4 – نعم:

- وجود الانظمة الضوئية، نواقل الإلكترونات والكرات المذنبية في التيلاكويد ... يدل على دورها في الأكسدة.
- وجود مواد أبيضية لتركيب الجزيئات العضوية،  $NADP$  في الحشوة .... يدل على دورها في الإرجاع.

II – 1 – تحديد شروط إنطلاق  $O_2$  في التجربة (1): – شروط إنطلاق  $O_2$  هي اليخضور (التيلاكويد) و الضوء.



2 - شروط حدوث كل مرحلة:

• المرحلة (أ): الضوء واليخضور ... يؤديان إلى إطلاق  $O_2$ .

• المرحلة (ب): توفر  $CO_2$ ، غياب (عدم ضرورة الضوء مباشرة) الضوء ... يؤدي إلى إمتصاص  $CO_2$  في الحشوة.

3 - تسمية كل مرحلة:

• المرحلة (أ): المرحلة الكيموضوئية.

• المرحلة (ب): المرحلة الكيموحيوية.

4 - المرحلة الكيموحيوية تحدث في غياب الضوء وفي وجوده.

التعليل:

• يتم تثبيت  $CO_2$  في وجود الضوء ..... التجربة (3).

• يتم تثبيت  $CO_2$  في غياب الضوء ..... التجربة (2).

## 5 إجابة التمرين

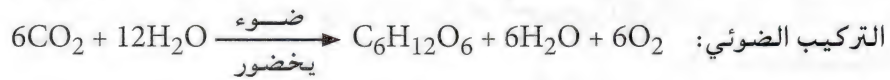
1 - أ - في الظلام: نلاحظ إنخفاض تركيز كل من  $O_2^{16}$  و  $O_2^{18}$ .

في الضوء: يستمر إنخفاض تركيز  $O_2^{18}$  بينما يزداد تركيز  $O_2^{16}$ .

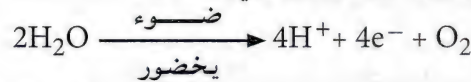
التفسير: الإنخفاض المستمر لـ  $O_2^{18}$  في الضوء والظلام وإنخفاض  $O_2^{16}$  في الظلام يفسر بإستهلاكه في تنفس الخميرة.

- إرتفاع تركيز  $O_2^{16}$  خلال فترة الإضاءة فقط ناتج عن طرحه خلال التركيب الضوئي (التحلل الضوئي للماء و  $O_2$  الماء عادي).

ب - المعادلات :



2 - أ - مصدر الـ  $O_2$  المنطلق هو التحلل الضوئي للماء:



ب - مقر التفاعل: التيلاكوييد.

3 - أ - شروط تثبيت  $CO_2$  في الستروما: - التيلاكوييد.

- الضوء أو وجود كل من ATP والنواقل المرجعة.

ب - دور التيلاكوييد هو : توفير كل من الـ : - ATP

- النواقل المرجعة  $NADPH_2$  بعد التعريض للضوء.

## 6 إجابة التمرين

I - 1 - يمثل شكل الوثيقة (1) جزء لما فوق بنية الصانعة الخضراء (كلوروبلاست).

بيانات العناصر: 1 - غلاف الصانعة، 2 - صفيحة أو كيبس (تيلاكوييد)، 3 - المادة الأساسية (الحشوة)،

4 - مجموعة كيبسات (غرانا).

2 - الطبيعة الكيميائية للعنصر (س): سكر معقد (نشاء).

II - 1 - تحليل النتائج:

التجربة الأولى:

ز0 - تناقص في تركيز الأكسجين في الوسط أي عدم حدوث التحلل الضوئي للماء رغم وجود الضوء.

ز2 - زيادة معتبرة في تركيز الأكسجين في الوسط عند إضافة المستقبلات أي حدوث التحلل الضوئي

تجربتي

بواسطة: جواد

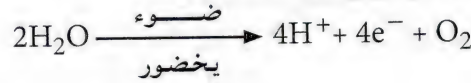
tajribaty.com



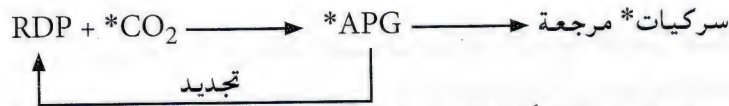
للماء بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات.

3 - 4: تناقص كبير في تركيز الأكسجين في الوسط بغياب الضوء (عدم حدوث التحلل الضوئي للماء).  
4 - 5: زيادة معتبرة في تركيز الأكسجين في الوسط بوجود الضوء عند إضافة المستقبلات (حدوث التحلل الضوئي للماء).

بعد 5: تناقص في تركيز الأكسجين في الوسط بغياب الضوء (عدم حدوث التحلل الضوئي للماء).  
- الشروط الضرورية لطرح الأكسجين في الوسط هي: - وجود الضوء ، - وجود مستقبل الإلكترونات.  
2 - مصدر الأكسجين المطروح هو الماء حيث :



**III - أ -** إن ظهور الإشعاع في كل من APG أولا والـ RDP ثانيا ثم السكريات يدل على أن  $\text{CO}_2$  دخل في تركيبها، حيث اتحد  $\text{CO}_2$  المشع مع RDP مشكلة 2APG فأصبح هذا الأخير مشعا أولا ثم حول قسم من الـ APG إلى RDP والقسم الآخر تحول إلى سكريات.

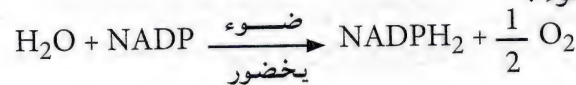


ب - لمدة نصف ساعة عرضت الأشنة للضوء لتوفير نواتج المرحلة الكيموضوئية الضرورية لتثبيت  $\text{CO}_2$  المتمثلة بـ النواقل المرجعة  $\text{NADPH}_2$  و  $\text{ATP}$ .  
ج - إن ثبات نسبة تشكل السكريات و ذلك لتنفيذ نواتج المرحلة الكيموضوئية لغياب الضوء.  
د - نظرا لوجود كمية من نواتج المرحلة الكيموضوئية فإنها تستخدم لتثبيت  $\text{CO}_2$  إنها المرحلة الكيموضوئية ومقرها حشوة الصانعة الخضراء (ستروما).

## 7 إجابة التمرين

**I - أ -** حولت الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة على شكل سكر  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .  
ب - المصدر هو الماء  $\text{H}_2\text{O}$ .

التجربة: نزود معلق أشنة الكلوريل بـ  $\text{CO}_2$  أو كسجين مشع  $\text{O}^{18}$  ثم نعرضها للضوء نلاحظ أن الـ  $\text{O}_2$  المنطلق غير مشعا مما يدل على إن مصدره ليس غاز  $\text{CO}_2$ .  
نعاود التجربة ولكن  $\text{CO}_2$  عادي وماء  $\text{H}_2\text{O}$  أو كسجين مشع  $\text{O}^{18}$  فنلاحظ أن الأكسجين المنطلق مشعا مما يثبت بأن مصدر الأكسجين هو الماء وليس  $\text{CO}_2$ .  
ج - المسبب الأول هو الضوء :



د - النواتج : هي النواقل المرجعة  $\text{NADPH}_2$  والـ  $\text{ATP}$  إضافة إلى الأكسجين.  
جزء من الطاقة الضوئية أصبح مخزنا بشكل :  $3\text{ATP}$  و  $2\text{NADPH}_2$

**II - أ - التحليل :** - قبل الحقن : ثبوت كمية الـ  $\text{O}_2$  رغم وجود الضوء واليخضور.

- عند حقن الـ  $\text{NADP}$  : إرتفاع مؤقت للمنحنى ثم ثبوت مما يدل على وجود علاقة بين إنطلاق  $\text{O}_2$  ووجود الـ  $\text{NADP}$  في الصانعة.

التفسير: كل النواقل الموجودة في الصانعة أصبحت مرجعة ولم تجدّد لعدم حدوث أكسدتها، مما يدل على ان عدم الأكسدة لها علاقة بغياب الـ  $\text{CO}_2$  في الوسط.

تتدخل الـ  $\text{CO}_2$  في تشكل الـ APG من الـ RDP



فغياب  $\text{CO}_2$  يعني غياب الـ APG



والـ APG يتحول إلى PGA بالنواقل المرجعة المتشكلة في المرحلة الكيموضوئية إضافة إلى الـ ATP.



فغياب الـ APG يعني غياب أكسدة الـ NADPH<sub>2</sub>.



تحولت الطاقة من النواقل المرجعة والـ ATP إلى الـ PGA.

ب -

## 8 إجابة التمرين

أ - 1 - تحليل منحني الوثيقة :

- إن إنطلاق غاز O<sub>2</sub> يفسر بحدوث المرحلة الكيموضوئية أي التحلل الضوئي للماء (تعمل التيلاكويد).
- قبل إضافة المستقبل "فيروسيانور البوتاسيوم" : عدم إنطلاق O<sub>2</sub> أي عدم تحلل الماء إذا التيلاكويد لا تعمل.
- عند إضافة 0,1 مل "فيروسيانور البوتاسيوم" : إنطلاق كمية قليلة من O<sub>2</sub> أي تحلل ضعيف للماء فعمل ضعيف للتيلاكويد بوجود الضوء.
- عند إضافة 0,3 مل "فيروسيانور البوتاسيوم" : إنطلاق كمية كبيرة من O<sub>2</sub>، تحلل معتبر للماء، عمل نشيط للتيلاكويد بوجود الضوء.

- إذن تزداد كمية O<sub>2</sub> المنطلقة بزيادة كمية المستقبل.

- الضوء وحده غير كاف لتحلل الماء ولإنطلاق غاز O<sub>2</sub> أي لعمل التيلاكويد.

2 - تحديد نوع تفاعل المستقبل:

- حدث تفاعل إرجاع للمستقبل (إستقبال الإلكترونات) الذي تحول من اللون البني المحمر إلى اللون الأخضر

[خلال عملية التركيب الضوئي يحدث تفاعل أكسدة يؤدي إلى تحرير إلكترونات تقوم بإرجاع المستقبل].

3 - شروط إنطلاق غاز O<sub>2</sub> (شروط عمل التيلاكويد) : - توفر الإضاءة.

- توفر مستقبل الإلكترونات.

ب - 1 - تحديد أطول الموجات الأكثر فعالية :

- طول الموجات الضوئية الأكثر فعالية هي المحصورة بين [400 - 500] nm والمحصورة بين [620 - 680] nm.

2 - المقارنة: هناك تطابق بين المنحنيين [توافق بين شدة الإمتصاص وشدة التركيب الضوئي].

الإستنتاج: الإشعاعات الأكثر إمتصاصا هي الأكثر فعالية في عملية التركيب الضوئي.

ج - 1 - التحليل المقارن للمنحنيين :

0-ز1: في الظلام لا نلاحظ تغييرا في تركيز الـ O<sub>2</sub> في الوسط ولا في تركيز الـ ATP لعدم حدوث التركيب الضوئي.

1-ز2: بوجود الضوء نلاحظ بداية طرح الـ O<sub>2</sub> وتركيب الـ ATP بكميات قليلة.

2-ز3: بوجود الضوء وإضافة ADP و Pi زيادة معتبرة في كمية O<sub>2</sub> (التحلل الضوئي للماء) وتركيب الـ ATP.

- إنطلاقا من 3 : في الظلام لا نلاحظ طرح O<sub>2</sub> ولا تشكل الـ ATP.

2 - تأثير Pi ، ADP على إنطلاق غاز O<sub>2</sub> : في الظلام تأثير محفز للتركيب الضوئي.

د - 1 - الإستنتاج : إن غاز CO<sub>2</sub> غير ضروري لعمل التيلاكويد.

التعلييل : إنطلاق غاز الـ O<sub>2</sub> (عمل التيلاكويد) يتم بغياب CO<sub>2</sub> لفترة قصيرة.

2 - لا خلال زمن قصير ونعم إذا إستمرت التجربة لفترة زمنية طويلة (راجع التمرين 7)

إن توفر CO<sub>2</sub> ليس شرطا لعمل التيلاكويد (إنطلاق O<sub>2</sub>) (في حدود زمني معين).

هـ - شروط عمل التيلاكويد هي: - الضوء. - مستقبل الإلكترونات. - وجود الـ ADP و Pi.

تجربتي

بواسطة: جواد

tajribaty.com

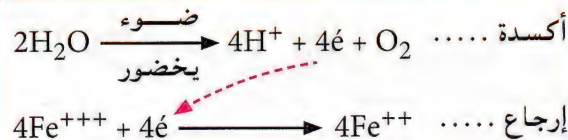


- أ - في التجربة (1) تم تثبيت جزء معتبر من  $CO_2$  في حين لم يثبت أي جزء من  $CO_2$  في التجربة (2).  
 إن تثبيت  $CO_2$  ولو لفترة زمنية قصيرة رغم غياب الضوء مما يدل على أن هذا التثبيت لا يتطلب الضوء مباشرة.
- ب - في التجربة (1) تشكلت نواتج المرحلة الكيموضوئية المتمثلة بالنواقل المرجعة  $NADPH_2$  والـ  $ATP$  التي تستخدم في تثبيت  $CO_2$  في مرحلة أخرى موالية وهي المرحلة الكيموضوئية.
- في التجربة (2) لم تتحقق المرحلة الكيموضوئية إذا غيابه نواتج هذه المرحلة إذا عدم تثبيت  $CO_2$ .  
 وهذا يؤكد بان هناك مرحلتان للتركيب الضوئي: - مرحلة كيموضوئية.  
 - مرحلة كيموضوئية.
- ج - عندما تزود الاشنة بـ  $CO_2$  وفي الظلام بعد عرضها لفترة سابقة يكون لديها نواتج المرحلة الكيموضوئية تستخدمها في تثبيت  $CO_2$  وعند نفاذها تتوقف عن هذا التثبيت لغيابه الضوء الذي بوجوده تتشكل نواتج المرحلة الكيموضوئية.
- لذا نجد أن التثبيت في البداية يكون سريعاً ثم يتناقص إلى أن يتوقف فيوازي المنحنى محور الزمن لنفاذ نواتج المرحلة الكيموضوئية.

- أ - 1 - العنصر هو التيلاكوييد (الكيس).  
 2 - البيانات: 1 - كرية مذنبة (إنزيم الـ  $ATPase$  المكون للـ  $ATP$ ). 2 - غشاء التيلاكوييد.  
 3 - تجويف التيلاكوييد.
- ب - النتيجة المتوصل إليها: إن مصدر الـ  $O_2$  المنطلق في عملية والتركيب الضوئي هو الماء وليس غاز الفحم.
- أ - نستنتج أن شروط عمل التيلاكوييد هو: - وجود الضوء.  
 - وجود مستقبل الإلكترونات.
- ب - 1 - تحديد نوع التفاعل الذي حدث في (1 ، 2)؟  
 - التفاعل (1): تفاعل أكسدة.  
 - التفاعل (2): تفاعل إرجاع.
- 2 - تفسير التفاعل (2): حدث تفاعل إرجاع للحديدك (الحديد الثلاثي)  $Fe^{+++}$  إلى الحديدوز (الحديد الثنائي)  $Fe^{++}$  بإكتسابه إلكترون.



- 3 - نعم حيث نلاحظ أن مصدر غاز الـ  $O_2$  هو أكسدة الماء.
- 4 - تمثيل التفاعلين (1 ، 2) في معادلتين بسيطتين:



- ج - 1 - تفسير ظهور اللون الأحمر: الضوء الصادر من اليخضور ناتج عن تهيج اليخضور، فالإلكترون يكتسب الطاقة الضوئية فينتقل من مدار داخلي على مدار خارجي وعند عودته إلى مداره الأصلي يفقد تلك الطاقة بشكل إشعاعات حمراء وحرارة.
- 2 - إستنتاج مصير الطاقة والإلكترون في تجربة الإستشعاع: الإلكترون يعود إلى مداره الأصلي، والطاقة تحرر على شكل إشعاعات حمراء وحرارة.

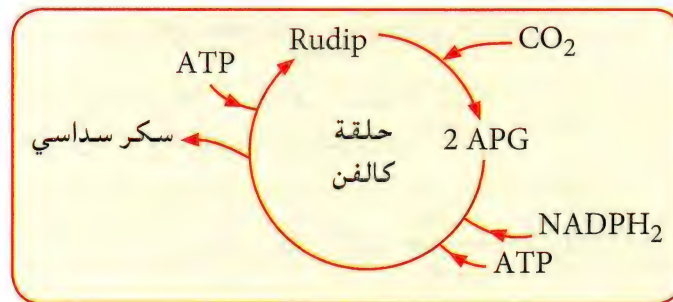


- 1 - التعرف على العناصر المرقمة : 1 - حبيبة نشاء، 2 - صفيحة حشوية، 3 - فجوة عصارية، 4 - النواة، 5 - الجدار السيلوزي، 6 - الهيالولازم، 7 - ميتوكوندري، 8 - الشبكة المحببة.
- 2 - تحديد الطبيعة الكيميائية للحبيبات : ذات طبيعة سكرية معقدة (نشاء).
- 3 - الوظيفة الخلوية هي : التركيب الضوئي.  
- مقر الظاهرة: الصانعة الخضراء.  
- رسم الصانعة الخضراء (راجع التمرين 2).
- 4 - الإستنتاج : - الكربون الداخل في تركيب الجزيئات العضوية مصدره كربونه  $CO_2$ .  
- الاكسجين الداخل في تركيب الجزيئات العضوية مصدره أكسجين  $CO_2$ .  
- الاكسجين المنطلق مصدره التحليل الضوئي للماء.



- 5 - أ - تحليل منحني الوثيقة 2 :  
- بوجود  $CO_2$  تركيز الـ APG والـ Rudip ثابتة مع ملاحظة أن كمية الأول أكبر من الثاني.  
- بغياب  $CO_2$  : تناقص الـ APG (نفاذه) وتراكم الـ Rudip.  
التفسير: بوجود  $CO_2$  هناك توازن ديناميكي حيث الكميات المتحولة من أحدهما إلى الآخر ثابتة حيث سرعة تحويلهما يساوي سرعة تركيبهما.  
بغياب  $CO_2$  : يتناقص الـ APG ويزداد الـ Rudip بسبب غياب  $CO_2$  وبالتالي عدم قدرة الـ Rudip التحول إلى الـ APG في حين تحول كل APG إلى Rudip.  
تحليل منحني الوثيقة 3: بوجود الضوء: توازن ديناميكي لكميتي الـ APG والـ Rudip مع ملاحظة أن كمية الـ APG أكبر من كمية الـ Rudip.  
بغياب الضوء: يزداد الـ APG بسبب تثبيت  $CO_2$  من قبل الـ Rudip، في حين عدم تحويل الـ APG إلى Rudip نتيجة غياب الضوء فغياب المرحلة الكيموضوئية فغياب نواتج المرحلة الكيموضوئية الضرورية لهذا التحويل.

ب - المخطط المبسط:



- 1 - أ - عند سقوط فوتونات على أصبغة هوائية في النظام الضوئي يتم إستقبال الفوتونات ونقل الطاقة الضوئية بين مجموعة من الاصبغة الهوائية.
- 2 - تحديد دور كل من الصبغة الهوائية وأصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي:  
- يتكون النظام الضوئي من:



– الإصبغة الهوائية : تقوم بنقل الطاقة دون الإلكترونات (بالرنين).  
– أصبغة مركز التفاعل: تقوم بنقل الطاقة والإلكترونات حيث تتم فيها عملية أكسدة (فقد الإلكترون ذو الطاقة العالية).

3 – تحليل إستعمال تسمية مركز التفاعل لجزيئات من اليخضور الخام من النظام الضوئي: بسبب حدوث تفاعل الأكسدة بها.

ب – 1 – التحليل: – يتكون النظام الضوئي من:

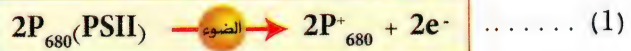
- الأصبغة الهوائية [يخضور "أ" ، "ب" ، أشباه الكاروتينات عدد كبير منها].
- أصبغة مركز التفاعل [يخضور "أ" وهي جزيئتان، P<sub>680</sub> في PSII و P<sub>700</sub> في PSI].

– الوثيقة (2): إستقبال الطاقة الضوئية من طرف صبغة هوائية P<sub>1</sub> فتتهيج فينتقل الإلكترون من مدار داخلي إلى مدار خارجي ثم تنتقل الطاقة المحررة إلى صبغة هوائية مجاورة P<sub>2</sub> فتتهيج نتيجة عودة الإلكترون إلى مداره الأصلي، وهكذا إلى أن تنتقل الطاقة إلى صبغة مركز التفاعل فتتهيج هذه الأخيرة وتحرر إلكترون غني بالطاقة (أكسدة).

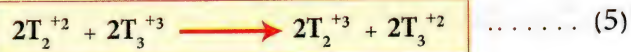
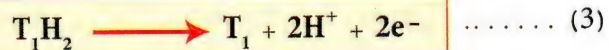
2 – الإستخلاص: الأصبغة الهوائية تقتنص الطاقة من الطاقة الضوئية وترسلها إلى أصبغة مركز التفاعل التي تتأكسد بفقدانها إلكترون غني بالطاقة.

أصبغة مركز التفاعل	الأصبغة الهوائية
تنتقل الطاقة والإلكترون	تنتقل الطاقة بين الأصبغة الهوائية دون إنتقال الإلكترونات

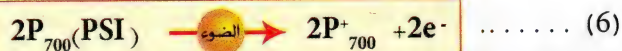
د – تسقط الفوتونات على PSII فيتأكسد كمايلي:



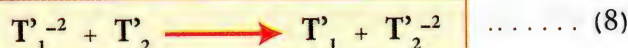
– فيقوم بإرجاع النواقل T الموجودة بين PSII و PSI كما يلي:



– تسقط الفوتونات على PSI فيتأكسد كمايلي:

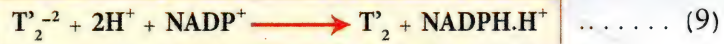


– فيقوم بإرجاع النواقل T' الموجودة بعد PSI كمايلي:





– ثم إرجاع نواقل الهيدروجين الموجودة في الحشوة  $\text{NADP}^+$  كمايلي:



– لكي يستمر عمل هذين النظامين فلا بد من إسترجاع إلكتروناتهما:  
• إن PSI يسترجع إلكتروناته من PSII عن طريق  $\text{T}_3$  كمايلي:



• أما PSII فيسترجع إلكتروناته من التحلل الضوئي للماء:



• تتكدس الكيبيسات بالبروتونات فخروجها حسب تدرج التركيز عبر الكريات المذنبة تحرر طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP كمايلي:

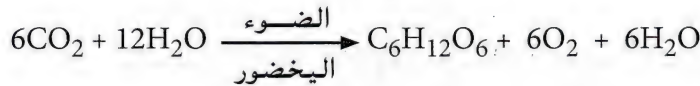


• بجمع المعادلات السابقة نحصل على المعادلة الإجمالية للفسفرة الضوئية:



### 13 إجابة التمرين

1 – أ – الإستخلاص: في وجود  $\text{CO}_2$  والماء تقوم الصانعة الخضراء المعرضة للضوء بتركيب مادة عضوية وتحرير غاز  $\text{O}_2$  وان مصدر الـ  $\text{O}_2$  المنطلق هو الماء ومصدر كاربونه  $\text{CO}_2$  يدخل في بناء المادة العضوية.  
ب – المعادلة الكيميائية الإجمالية:



ج – تحديد مقر التفاعلات: إن التحلل الضوئي للماء وإرجاع النواقل وتشكل الـ ATP وطرح الـ  $\text{O}_2$  يتم على مستوى الكيبيس (المرحلة الكيموضوئية).

– تثبيت غاز  $\text{CO}_2$  بإستخدام نواتج المرحلة الكيموضوئية وبناء المادة السكرية، يحدث في المادة الأساسية (الحشوة) للصانعة الخضراء (المرحلة الكيموحيوية).

2 – أ – تحليل وتفسير المنحنيات: تمثل منحنيات تطور كمية الإشعاع في المركبات بدلالة الزمن.

– ظهور الإشعاع في الـ APG، بعد ثانية من تزويد الوسط بـ  $\text{CO}_2$  المشع مع غياب الإشعاع في بقية المركبات دلالة على أن الـ APG هو أول مركب يظهر فيه الإشعاع حيث يدخل في تركيبه  $\text{CO}_2$ .

– تناقص الإشعاع في الـ APG، ويقابل ذلك ظهور الإشعاع في مركب آخر وهو التريوزات وبعد ذلك في السكريات السداسية دلالة على استخدام الـ APG في تركيب التريوزات وهذا الأخير يركب منه السكريات السداسية.

• من (5,5 – 9 ثا) ثبات كمية الـ APG، وتزايد كمية كل من التريوزات والسكر السداس دلالة على إستعمال الـ APG في تركيب السكريات وتجديده لذا تبقى كميته ثابتة.

• ما بين (9 – 14 ثا) من بداية التجربة :



– إستمرار ثبات كمية الـ APG وكمية التريوزات يقابله إستمرار زيادة في كمية السكريات السداسية، يدل ذلك على إستمرار إستعمال وتجديد الـ APG، وان ما يستعمل من تريوزات في تركيب السكريات يعاد تجديده.

• بعد (14 ثا) :

– تناقص ضعيف للتريوزات، دليل على إستعماله وعدم تجديده، لنفاذ كمية  $CO_2$  في الوسط يقابل ذلك تزايد كمية السكر السداسي.

ب – ترتيب المركبات الناتجة : يتشكل الـ APG أولا ثم التريوز ثم السكر السداسي.

ج – لا تسمح النتائج بتحديد الجزئية العضوية المستقبلية لـ  $CO_2$ .

• التعليل: إن الجزئية العضوية المستقبلية لـ  $CO_2$  هي مركب "RUDIP" الذي لم تشر إليه النتائج التجريبية المقدمة.

## 14 إجابة التمرين

1 – المعلومات التي يمكن إستخراجها فيما يخص آليات التركيب الضوئي:

– من 1 ، 2 : نستخرج أن تشكل الـ ATP يتم فقط على مستوى الأغشية التيلاكويدية.

– من 3 ، 4 ، 5 : نستنتج أن تثبيت  $CO_2$  بكميات معتبرة يتم في المادة الأساسية (ستروما) في وجود نواتج

التفاعلات الكيموضوئية ( $ATP$  ،  $NADPH.H^+$ ) الناتجة عن نشاط الأغشية التيلاكويدية.

2 – أ – تحليل النتائج المحصل عليها :

– بعد 1 ثانية نسجل ظهور APG مشع.

– بعد 5 ثواني ظهور عنصرين جديدين هما: HP ، TP مع نقصان في كمية APG.

– بعد 15 ثانية نسجل ظهور مركب جديد: Rudip مع تناقص كمية كل من APG و TP وزيادة في كمية HP.

الإستنتاج فيما يخص المركبات المحصل عليها: إن المركبات المحصل عليها في نهاية التجربة تشكلت إنطلاقا من APG الناتج عن تثبيت  $CO_2$  المشع في وجود الضوء.

ب – إقتراح ترتيب المركبات المتشكلة حسب التسلسل الزمني:



ج – الفرضيات المقدمة فيما يخص مصدر APG:

– الفرضية الاولى : ينتج الـ APG من إتحاد ثلاث جزيئات من  $CO_2$ .

– الفرضية الثانية : بما أن APG ثلاثي الكربون فانه ينتج من إستقبال  $CO_2$  لمركب ثنائي الكربون.

– الفرضية الثالثة : ينتج الـ APG من تثبيت جزيئة  $CO_2$  على مركب خماسي الكربون ( $C_5$ ) وتشكل

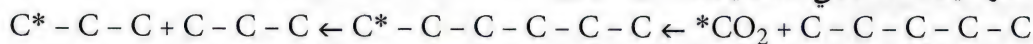
جزيئة سداسية الكربون ( $C_6$ ) تعطي بدورها جزيئتين من APG ( $C_3$ ).

د – تأكيد الفرضيات :

– نعم تسمح هذه النتائج بتأكيد الفرضية الثالثة.

– التعليل: بما أننا حصلنا على جزيئتين من الـ APG وظهر الإشعاع في واحدة منها فقط يدل ذلك على أن

الفرضية الثالثة هي الصحيحة.



هـ –  $\alpha$  : ملاحظة تطور المركبين في الوسطين:

– في الوسط 1 % من  $CO_2$  نسجل كمية كل من APG أو الـ Rudip ثابتة مع مرور الزمن وتتطور بصفة

متوازنة.

– في الوسط 0 % من  $CO_2$  نسجل أن نسبة Rudip تزداد بإستمرار (تتراكم)، بينما نسبة APG تتناقص

مع مرور الزمن (إلى أن تنعدم).

$\beta$  : تفسير تطور المركبين في الوسطين :

• تفسير الملاحظة الأولى: وجود توازن ديناميكي بين تحويل Rudip إلى APG خلال تثبيت  $CO_2$  وتجديده

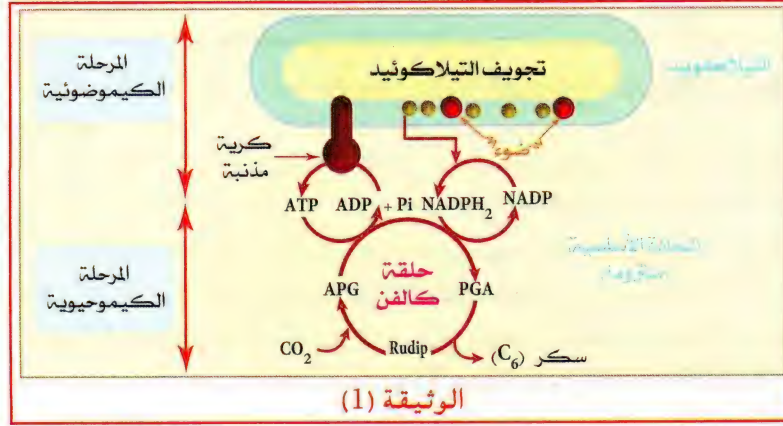


إنطلاقاً من APG.

• تفسير الملاحظة الثانية: تترجم زيادة Rudip على عدم تحويله في غياب CO<sub>2</sub> وتراكمه من خلال تحويل APG الموجود.

ويرجع تناقص APG إلى عدم تشكله في غياب CO<sub>2</sub> ومواصلة تحويله إلى Rudip. ومن خلال هذه النتائج نلاحظ أن هناك علاقة وطيدة بين المركبين تتمثل في حلقة كالفن. γ : لأن أشنة الكلوريل كائن حي لا بد أن يتنفس فيطرح CO<sub>2</sub> أثناء التجربة ولا يمكن إيقاف التنفس.

— 3



15 إجابة التمرين

أ - 1 -

المراحل	PH الوسط الداخلي	PH الوسط الخارجي	المقارنة
المرحلة (1)	7	7	متماثل
المرحلة (2)	4	7	مختلف

مفهوم PH: يعبر عن حموضة الوسط و هو يتناسب عكسيا مع تركيز البروتونات في الوسط.

$$PH = -\log [H^+] \text{ أو } 10^{-PH} = [H^+] \text{ أو } \frac{1}{[H^+]} = PH$$

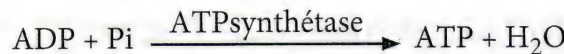
- 2 - التفسير الشاردي: تركيز البروتونات (في المرحلة 2) في الوسط الخارجي < من تركيزها في التجويف.
- 3 - التعليل: تغير PH تجويف الكيس في المرحلة (3) نتيجة زيادة في تركيز البروتونات (أي دخول البروتونات).
- 4 - التعليل: لزيادة قيمة PH أي إنخفاض تركيز البروتونات في الوسط الخارجي وتوليد فرق في تدرج تركيز البروتونات بين الداخل والخارج.

5 - α - مصدر البروتونات:

- إدخال البروتونات من قبل T<sub>2</sub> وذلك بإستخدام الطاقة الناتجة عن حركة الإلكترونات.
- التحلل الضوئي للماء.

β - آلية تركيب الـ ATP: خروج البروتونات حسب تدرج التركيز من خلال المعبر الذي يوفره أنزيم ATPsynthétase محركة طاقة فينشط الإنزيم ويقوم بفسفرة ADP إلى ATP بإستعمال Pi.

γ - المعادلة:



6 - شروط تركيب الـ ATP: - وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.

- وجود إنزيم ATPsynthétase.

- وجود ADP و Pi.

تجربتي

بواسطة: جواد

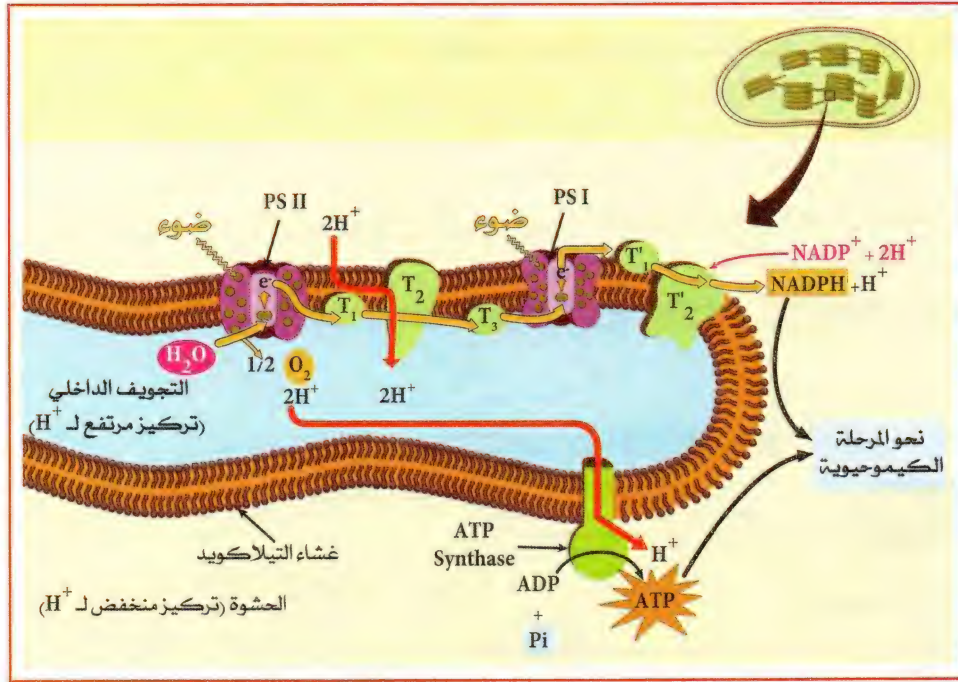
tajribaty.com

260



## ب - 1 - البيانات:

- |                      |                               |                      |
|----------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1 - الماء            | 7 - $O_2$                     | 13 - غشاء التيلاكويد |
| 2 - إلكترونات        | 8 - $CO_2$                    | 14 - PSII            |
| 3 - بروتونات         | 9 - السلسلة التركيبية الضوئية | 15 - PSI             |
| 4 - إنزيم محلل للماء | 10 - ATP synthétase           | 16 - نواقل إلكترونات |
| 5 - $ADP + Pi$       | 11 - غشاء داخلي               | 17 - $NADP^+$        |
| 6 - ATP              | 12 - غشاء خارجي               | 18 - $NADPH.H^+$     |
- 2 - نواتج المرحلة الكيموضوئية :  $NADPH.H^+$  ، ATP و  $O_2$
- 3 - دور العنصرين 14 ، 15: النظامان الضوئيان PSII و PSI مسؤولان على إستقبال وتحويل الطاقة الضوئية في صورة إلكترونات غنية بالطاقة.



## 16 إجابة التمرين



- أ - 1 - نلاحظ أن كمية  $CO_2$  المثبتة تتغير حسب شدة الإضاءة والعلاقة طردية.
- الإستنناج: إرتفاع شدة الإضاءة يؤدي إلى إرتفاع كمية  $CO_2$  المثبتة.
- 2 - في حالة إستعمال 1000 شمعة مشتعلة نلاحظ كلما يزداد تركيز  $CO_2$  في الوسط تزداد كمية  $CO_2$  الممتصة من طرف النبات (العلاقة طردية).
- الأمور يتعلق بظاهرة التركيب الضوئي.
- 3 - الرسم (راجع التمرين 2) رسم الصانعة الخضراء.
- ب - 1 - الترتيب :
- APG ← سكر سداسي الفوسفات ← سكروز ← نشأ
- 2 - العلاقة (لاحظ المخطط المقابل).



يُدمج CO<sub>2</sub> ليشكل مع Rudip جزئتان من الـ APG الذي بدوره يعطي (يجدد) الـ Rudip من جهة ومن جهة أخرى سكر أحادي الفوسفات الذي يؤدي إلى تكون السكروز ثم النشاء.

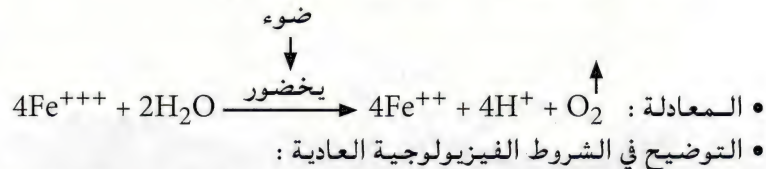
## 17 إجابة التمرين

I - 1 - تسمية العضية : صانعة خضراء (كلوروبلاست).

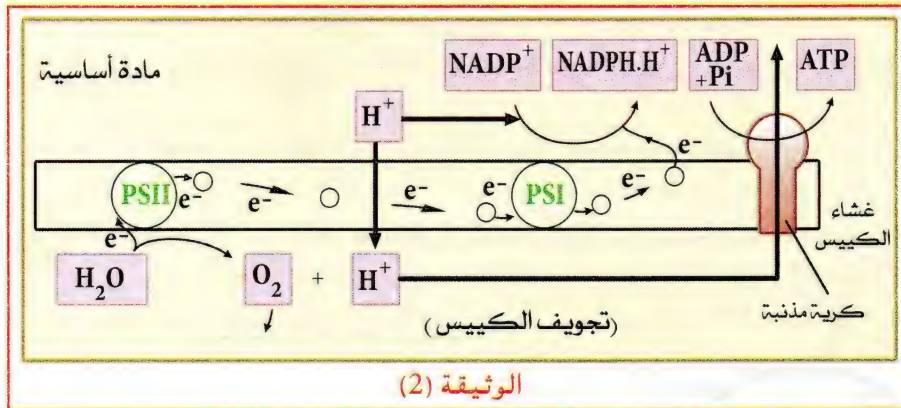
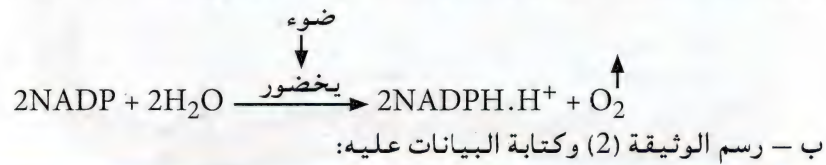
2 - التعرف على العناصر:

1 - غشاء خارجي	5 - أكياس بذيرية	9 - ADN
2 - غشاء داخلي	6 - نشاء	10 - كرات مذنبة (ATPase)
3 - مادة أساسية	7 - حبيبة كثيفة	11 - غشاء الكييس
4 - صفيحة	8 - ريبوزوم	12 - كييس (تيلاكوئيد)

II - 1 - أ - تفسير النتائج : يعود إنطلاق O<sub>2</sub> إلى التحليل الضوئي للماء حيث تستقبل Fe<sup>+++</sup> إلكترون فتتحول إلى Fe<sup>++</sup> (إرجاع الناقل غير الفيزيولوجي).



تعوض أكسالات البوتاسيوم الحديدي بمستقبل فيزيولوجي هو: NADP<sup>+</sup> وتصبح المعادلة كمايلي:



2 - أ - تفسير الملاحظة وكتابة المعادلة: بعد زيادة تركيز البروتونات داخل الكييسات ثم القيام بخفض نسبة البروتونات في الخارج بوجود ADP + Pi فإن البروتونات (H<sup>+</sup>) في تجويف الكييس تتدفق عبر الكريات المذنبة وفق تدرج التركيز و يتركب الـ ATP مستعملا طاقة تدفق البروتونات H<sup>+</sup> عبر الكريات المذنبة.



ب - عند وضع الكييسات ذات PH = 4 في وسط PH = 8 وفي وجود الضوء الأبيض، يستمر تركيب الـ ATP بشكل عادي.

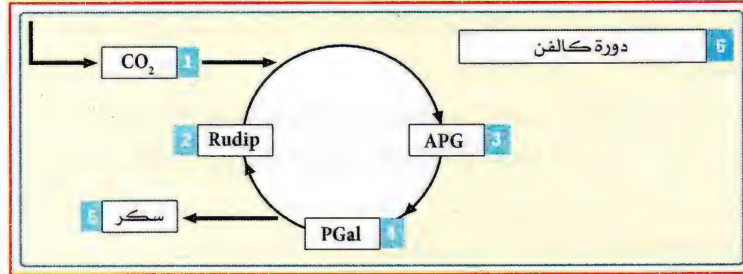
- عند وضع الكييسات ذات PH = 4 في وسط PH = 4 في وجود الضوء الابيض نلاحظ ماييلي:

- في البداية لا يحدث تركيب ATP.

- بعد فترة : يحدث تركيب ATP لأنه سوف يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات.

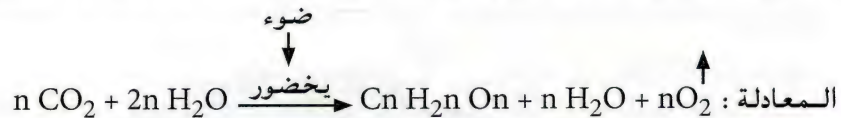


- ج - العلاقة بين المعلومات المستخلصة : نعم ، توجد علاقة.
- التعليق : - المعلومة المستخلصة من المثال الاول هي : إرجاع النواقل  $NADPH.H^+$ .
- المعلومة المستخلصة من المثال الثاني هي : تركيب  $ATP$ .
- تدفق الـ  $H^+$  عبر الكرية المذبذبة يؤدي إلى تركيب  $ATP$  وإرجاع النواقل  $NADP^+$  من جهة أخرى.
- III - أ - إعادة رسم المخطط ووضع البيانات :



- ب - تحديد العلاقة بين النموذجين : نواتج تفاعلات المرحلة الكيموضوئية المتمثلة في كل من الـ  $ATP$  والـ  $NADPH.H^+$  تستخدم في تفاعلات المرحلة الكيموحيوية ونواتج المرحلة الكيموحيوية المتمثلة في كل من الـ  $ADP$  والـ  $Pi$  والـ  $NADP^+$  تستخدم في تفاعلات المرحلة الكيموضوئية.
- التمثيل للعلاقة بالرسم : (راجع التمرين 18 أو الصفحة 248).

- VI - تلخيص الظاهرة: الآلية هي التركيب الضوئي.
- التعريف: تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية من طرف النبات الأخضر.



## 18 إجابة التمرين

### I - 1 - تحليل التجارب :

**التجربة الأولى:** في وجود الضوء وعند سقوط الفوتونات على النظام الضوئي فإنه يتأكسد لفقدته الإلكترونات التي تعمل على إرجاع المستقبل  $Fe^{+3}$  وفقا للمعادلة التالية:  $2Fe^{+3} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{+2}$  ثم يسترجع النظام الضوئي إلكتروناته من تحلل الماء، فينتج عن هذا التحلل انطلاق الأكسجين.

عند توقف الإضاءة  $\rightarrow$  تعطيل النظام الضوئي  $\rightarrow$  لا يتم تحرير الإلكترونات  $\rightarrow$  لا يتم تحليل ضوئي للماء  $\rightarrow$  لا ينطلق الأكسجين.

**التجربة الثانية:** أ - تركيز البروتونات داخل التيلاكويد = تركيز البروتونات في الوسط الخارجي  $\rightarrow$  عدم وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات  $\rightarrow$  عدم فسفرة  $ADP$ .

ب - تركيز البروتونات داخل التيلاكويد < تركيز البروتونات في الوسط الخارجي  $\rightarrow$  تدفق البروتونات ففسفرة  $ADP$ .

ج - فسفرة الـ  $ADP$  تتم على مستوى الكريات المذبذبة، لذا لا تتم الفسفرة بغيابها.

د - فسفرة الـ  $ADP$  على مستوى التيلاكويد تتم في الضوء أو الظلام.

هـ - وجود "FCCP" يؤدي إلى زوال الفرق في تركيز البروتونات بين الوسطين الداخلي والخارجي (اغشية التيلاكويد تصبح نفوذة للبروتونات)  $\rightarrow$  توقف عملية فسفرة الـ  $ADP$ .

**التجربة الثالثة:** من 0 إلى 10 : تزايد كمية كل من الـ  $APG$  ،  $RDP$  والسكر.

من 10 إلى 30 : ثبات كمية كل من الـ  $APG$  ،  $RDP$  مع استمرار تزايد السكر.

من 30 إلى 35 : تزايد السكر،  $APG$  ونقصان  $RDP$ .

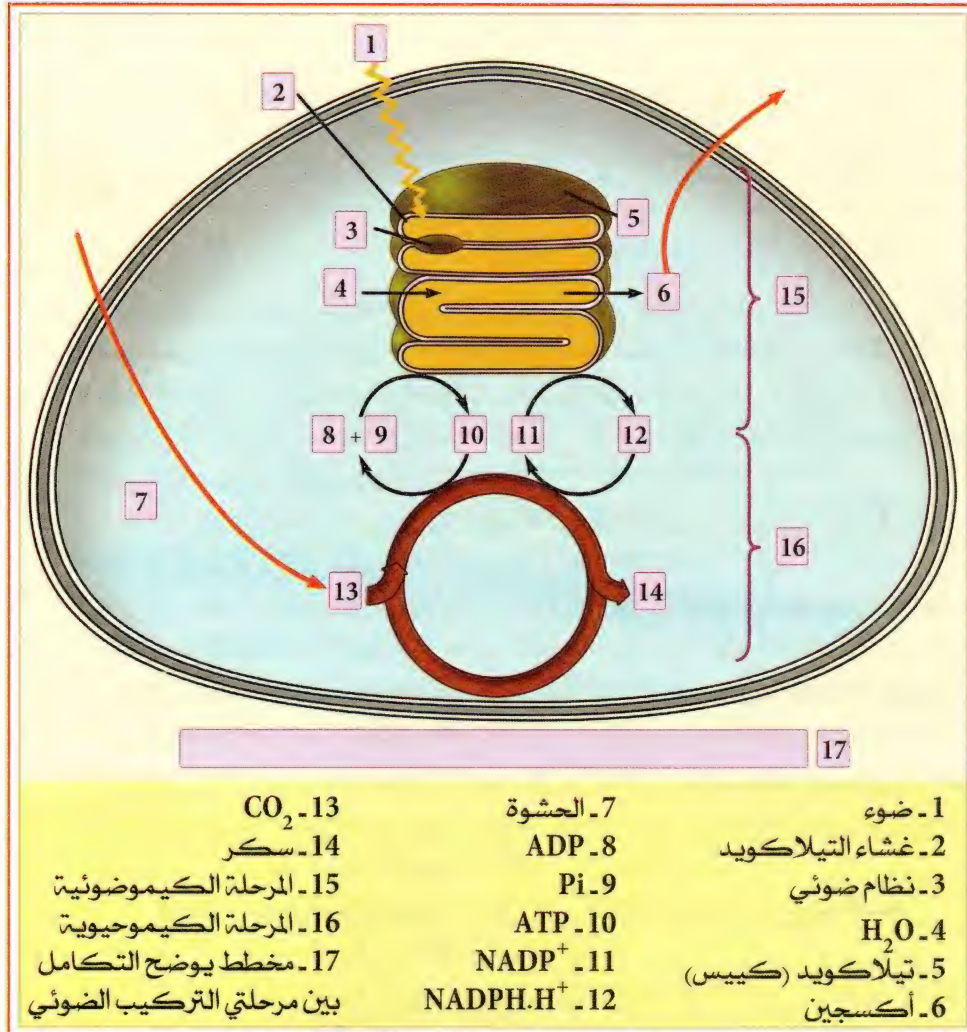
من 35 إلى 40 : ثبات كمية السكر، تناقص  $APG$  ثم ثباته، استمرار تناقص  $RDP$ .



## التجربة الرابعة:

- في وجود  $\text{CO}_2$  بنسبة 1 % : من 0 إلى 300: ثبات كمية كل من RDP، APG مع ملاحظة أن كمية AGP تساوي تقريبا خمس مرات كمية RDP.
- في وجود  $\text{CO}_2$  بنسبة ضئيلة جدا (شبه معدومة) 0,003 % :  
 - تناقص سريع في كمية APG.  
 - تزايد كمية RDP باستمرار وبسرعة إلى حد معين أكبر من القيمة الأصلية للـ APG ثم تتناقص.
- 2 - المعلومات التي يمكن إستخلاصها:  
 - تحويل الـ RDP إلى الـ APG يتطلب  $\text{CO}_2$  ولا يتطلب الضوء مباشرة.  
 - تحويل الـ APG إلى الـ RDP يتطلب الضوء ولا يتطلب  $\text{CO}_2$ .  
 - تتم عملية التركيب الضوئي في مرحلتين: مرحلة كيموضوئية ومرحلة كيميوقية.  
 - المرحلة الكيموضوئية : ينتج عنها: ATP - إنطلاق  $\text{O}_2$  - تشكل  $\text{NADPH}_2$  (إرجاع النواقل).  
 - المرحلة الكيميائية :  
 تثبيت  $\text{CO}_2$  على RDP ← تشكل 2APG ← استخدام ← السكر وتجديد RDP  
 نواتج المرحلة الكيموضوئية

هناك تكامل: نواتج المرحلة الكيموضوئية تستعمل في المرحلة الكيميائية ونواتج المرحلة الكيميائية تستعمل في المرحلة الكيموضوئية (كل مرحلة تعتمد على نواتج المرحلة الأخرى).  
 II - رسم تخطيطي للعلاقة بين المرحلتين : (راجع إجابة التمرين 36)

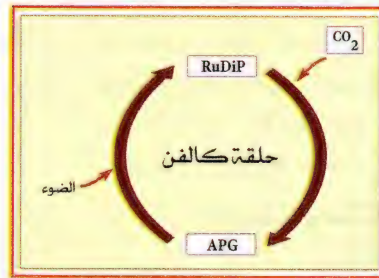




- أ - 1 - تحليل إستعمال  $^{14}\text{CO}_2$  المشع: يسمح بتتبع نواتج تثبيته والمركبات الناتجة من ذلك.
- 2 - الهدف من إستقبال مستخلص الأشنة في ميثانول مغلي: يسمح بتوقيف التفاعلات الإنزيمية وإستخلاص المكونات وذلك بقتل الإشنة على فترات زمنية محددة.
- 3 - فائدة إستعمال التسجيل الكروماتوغرافي ذو البعدين: يسمح بفصل المكونات المصنعة خلال عملية التركيب الضوئي بعد إمتصاص  $^{14}\text{CO}_2$  والتعرف عليها.
- 4 - تحديد أول مركب يظهر فيه الإشعاع بعد إدماج  $\text{CO}_2$ : حمض فوسفوغليسريك APG.
- 5 - ظهور الإشعاع في مركبات أخرى يشير إلى ترتيب تشكيلها وتغير كمية الإشعاع فيها يدل على تحولها مع الزمن إلى مركبات أخرى.
- 6 - يتم دمج  $\text{CO}_2$  على مستوى حشوة الصانعة الخضراء.
- 7 - شروط دمج غاز  $\text{CO}_2$  هي: - نواتج المرحلة الكيموضوئية.
- توفر غاز  $\text{CO}_2$ .

ب - 1 - تحليل المنحنى (1):

- في وجود الضوء و  $\text{CO}_2$ : ثبات تركيز كل من APG و RuDiP.
- في وجود الضوء وغياب  $\text{CO}_2$ : - تزايد كمية RuDiP (تزايد نسبة الإشعاع).
- تناقص كمية APG (تناقص نسبة الإشعاع).
- 2 - تفسير ثبات كل من APG و RuDiP بوجود الضوء و  $\text{CO}_2$ : تجديد كل منهما بإستمرار (تحول وإنتاج بنفس الكمية).
- 3 - تفسير تزايد RuDiP وإنخفاض APG في غياب  $\text{CO}_2$ : - تزايد RuDiP يتم تركيبه ولكنه لا يستهلك (لا يحول).
- تناقص APG: يستهلك (يحول) ولا يتم تركيبه.
- 4 - التعليل: - تناقص كمية RuDiP يفسر بتحوله وعدم تركيبه.
- تزايد كمية APG: يفسر بتركيبه وعدم تحوله. [الغياب الضوء].
- 5 - الإستخلاص: إن المركبين يتحولان إلى بعضهما البعض (كل منهما يتركب من الآخر ويتحول إليه) ضمن حلقة يتطلب إستمرارها وجود  $\text{CO}_2$  والضوء (حلقة كريبس).



- ج - شروط تجديد RuDiP: - توفر  $\text{CO}_2$ .
- توفر الإضاءة.

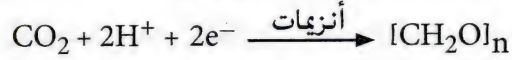
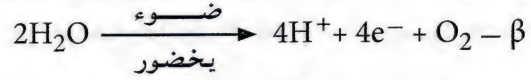
- 1 - رسم الصانعة الخضراء (راجع التمرين 2).
- 2 - المعلومات: - مصدر الـ  $\text{O}_2$  المنطلق هو الماء وليس  $\text{CO}_2$ .
- مصير C غاز الفحم يدخل في بناء جزيئات السكر المتشكلة (الناقجة).
- مصير  $\text{O}_2$  غاز الفحم يدخل في بناء جزيئات السكر المتشكلة (الناقجة).



3 -  $\alpha$  - يتطلب إنتاج الـ ATP وجود الـ ADP و Pi والماء والضوء.

- يتطلب طرح الـ  $O_2$ : الضوء والماء.

- يتطلب تشكل النشاء: الضوء ،  $CO_2$  ، ADP ، Pi والماء.



$\gamma$  - مقر تركيب الـ ATP على مستوى الكرات المذنبة (ATP synthase) في غشاء التيلاكويد.

- يتم تركيب النشاء على مستوى الستروما.

## اجابة التمرين 21

1 - تفسير نتائج مراحل كل تجربة:

### التجربة الأولى:

المرحلة الأولى: عند استعمال ماء ذو أكسجين مشع ينطلق أكسجيناً مشعاً يؤكد أن مصدر الأكسجين المنطلق هو الماء ( $H_2O$ ) نتيجة أكسدته خلال المرحلة الكيموضوئية للتركيب الضوئي وليس مصدره ( $CO_2$ ) الذي يدخل في بناء المادة العضوية الناتجة.  $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

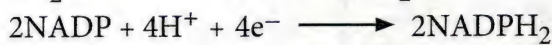
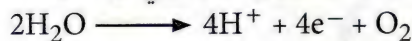
المرحلة الثانية: من خلال التجربة السابقة: ما هو مصير الإلكترونات والبروتونات الناتجة؟ وكيف تصل إلى المادة العضوية؟

التحليل والتفسير: خلال 6 دقائق الأولى في الظلام أو في الضوء يبقى تركيز ( $O_2$ ) في المعلق المحتوي على العضيات الخلوية في تناقص مستمر لغياب المستقبل ولأن المعلق يحتوي بالإضافة للصانعات الخضراء الميتوكوندري التي تستهلك أكسجين الوسط لأنها مقر الأكسدة الخلوية.

عند اللحظة (ز = 5 د و 15 ثا) وبإضافة DpiP يتسبب في إرتفاع تركيز ( $O_2$ ) نتيجة أكسدة الماء على مستوى الصانعات الخضراء بوجود الضوء ليرجع المستقبل (أكسدة إرجاعية) فيحرر كمية من الـ ( $O_2$ ) أكبر من الكمية المستهلكة من قبل الميتوكوندري.

بعد اللحظة (ز = 7,5 د) يقل تركيز ( $O_2$ ) بالرغم من وجود DpiP لان المعلق في الظلام.

أي الضوء و المستقبل ضروريان لإنطلاق الأكسجين بواسطة الصانعة الخضراء ومنه فالماء يتأكسد بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات والذي يرجع وفقاً للمعادلة التالية حيث المستقبل الطبيعي هو NADP.



تصبح معادلة التجربة الأولى و ذلك بالجمع:  $2H_2O + 2NADP \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 2NADPH_2 + O_2$

### التجربة الثانية: المرحلة الأولى:

- الخطوة 1 : بوجود مستقبل الإلكترونات والضوء لا يتشكل الـ ATP، ويرجع ذلك لغياب الـ ADP و Pi.

- الخطوة 2 : بوجود مستقبل الإلكترونات والضوء والـ ADP والـ Pi يتشكل الـ ATP، وذلك لتوفر شروط تركيب الـ ATP.

- الخطوة 3 : بوجود مستقبل الإلكترونات والـ ADP والـ Pi لا يتشكل الـ ATP، وذلك لغياب الضوء.

- الخطوة 4 : بوجود الضوء والـ ADP والـ Pi لا يتشكل الـ ATP، وذلك لغياب مستقبل الإلكترونات.

المرحلة الثانية: دمج  $CO_2$  في المواد العضوية الناتجة يستمر لمدة قصيرة (20 ثانية) حتى بعد إيقاف الإضاءة ثم تتوقف تماماً بعد ذلك أي يمكن استمرار تركيب المواد العضوية من  $CO_2$  في الظلام لمدة قصيرة جداً إذا سبقت بإضاءة، وهذا يؤكد أن المواد المتكونة في المرحلة الكيموضوئية ( $ATP + RH_2$ ) تستعمل في بناء المواد العضوية. بوجود الطاقة الضوئية الممتصة بواسطة الأنظمة الضوئية يتحقق توازن ديناميكي في تركيب ( $ATP + RH_2$ )



- 2 - حيث تركيب وتستهلك في تركيب المادة العضوية بنفس السرعة.  
المخطط التوضيحي: راجع إجابة التمرين 18 أو التمرين 36.

## إجابة التمرين 22

- 1 - أ - تسمية البيانات المرقمة: (1) غلاف الصانعة، (2) صفيحة، (3) مادة أساسية، (4) حبيبة (كبيسات).  
ب -  $\alpha$  - تحديد التحويل: تحول الصانعة الخضراء الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية.  
 $\beta$  - الظاهرة البيولوجية: التركيب الضوئي (التمثيل اليخضوري).  
2 - تحليل منحني الوثيقة (2).  
من (ز1-2) كمية  $\text{CO}_2$  المثبتة عالية وثابتة.  
عند نقل الأشنة إلى وسط مظلم لا يتوقف تثبيت  $\text{CO}_2$  مباشرة بل يستمر ولكن بسرعة متناقصة خلال الـ 20 ثانية التي تلي لحظة نقل الأشنة إلى الظلام، لأن الأشنة قد تعرضت إلى إضاءة لمدة كافية.  
التفسير: تؤكد التجربة أن الطاقة الضوئية غير ضرورية مباشرة في تركيب المواد العضوية، لكنها ضرورية لتركيب كل من  $\text{ATP}$  و  $\text{NADPH}_2$  اللذان يختلفان بسرعة عند نقل الأشنة إلى الظلام لأنها تستخدم ولا تجدد.  
الإستنتاج: نواتج المرحلة الكيموضوئية ( $\text{ATP} + \text{NADPH}_2$ ) ضرورية لحدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.  
3 - تفسير النتائج:  
أ - هناك توافق في تركيب كل من  $\text{APG}$  و  $\text{RuDiP}$  في وجود الضوء أي الكميات المتحولة من أحدهما إلى الأخرى ثابتة، أما في الظلام فنلاحظ تناقص  $\text{RuDiP}$  وتراكم  $\text{APG}$  لفترة.  
ب - الإستنتاج: الـ  $\text{APG}$  يتشكل من تفكك مركب سداسي غير ثابت ناتج عن تثبيت غاز  $\text{CO}_2$  على  $\text{RuDiP}$  الذي يتحول بدوره إلى  $\text{APG}$  ( $\text{CO}_2$  ضروري لتحويل  $\text{RuDiP}$  إلى الـ  $\text{APG}$ ).  
ج - إتفاق النتائج مع دورة (حلقة) كالفن: نعم.  
التعليق: تتوافق النتائج مع التفاعلات الموضحة في دورة كالفن حيث أن كمية الـ  $\text{RuDiP}$  تتناقص مما يدل على أنه تحول إلى  $\text{APG}$ . والـ  $\text{APG}$  يتراكم ولا يستعمل لغياب نواتج المرحلة الكيموضوئية ( $\text{ATP}$  و  $\text{NADPH}_2$ ).  
رسم حلقة كالفن (راجع إجابة التمرين 23 أو 16).

## إجابة التمرين 23

- 1 - أ - تحديد نوع التفاعلات التي حدثت:  
- في (2) و (5) . . . . . فسفرة.  
- في (3): . . . . . أكسدة وإرجاع.  
2 - إعادة رسم الحلقة: الرسم المجاور  
3 - تحديد عدد جزيئات  $\text{ATP}$  الضرورية لتركيب سكر سداسي وتحديد 6 جزيئات  $\text{RuDiP}$  هي:  
 $18 = 6 + 12$  جزيئة  $\text{ATP}$ .  
ب - 1 - التعرف على البيانات:  
1 - ضوء ، 2 - غشاء التيلاكويد ، 3 - نظام ضوئي  
4 -  $\text{H}_2\text{O}$  ، 5 - تيلاكويد ، 6 -  $\text{O}_2$  ، 7 - الحشوة  
8 -  $\text{ADP}$  ، 9 -  $\text{Pi}$  ، 10 -  $\text{ATP}$  ، 11 -  $\text{NADP}^+$  ، 12 -  $\text{NADPH.H}^+$  ، 13 -  $\text{CO}_2$  ، 14 - سكر ، 15 - المرحلة الكيموضوئية ، 16 - المرحلة الكيموحيوية ، 17 - العلاقة بين المرحلتين (ك.ض / ك.ح). 18 - حلقة كالفن.

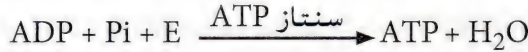
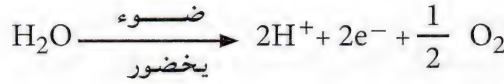




- 2 - نعم: يتم ذلك لأن دور الضوء هو حدوث المرحلة الكيموضوئية وإنتاج ATP و  $\text{NADPH.H}^+$  لذا فتوفرهما في الظلام يؤدي إلى تثبيت  $\text{CO}_2$  دون الحاجة إلى إضاءة.
- 3 - نعم: لأن غياب  $\text{CO}_2$  ← غياب APG ← عدم تجديد  $\text{NADP}^+$  ، ADP و Pi الضرورية لإستمرار المرحلة الكيموضوئية المؤدية إلى إنطلاق  $\text{O}_2$  ، لذا فغياب  $\text{CO}_2$  يؤثر بطريقة رجعية على إنطلاق غاز  $\text{O}_2$ .
- التعليل: في هذه التجربة إنطلاق  $\text{O}_2$  لفترة قصيرة فقط في غياب  $\text{CO}_2$  يرجع ذلك إلى توفر كمية من  $\text{NADP}^+$  ، ADP و Pi إستعملت في المرحلة الكيموضوئية ولكنها لم تتجدد بسبب عدم حدوث المرحلة الكيموضوئية لغياب  $\text{CO}_2$ . لاحظ مخطط العلاقة الموجودة في الصفحة 248.

## اجابة التمرين 24

- 1 - التعرف على البيانات: 1- المادة الأساسية (ستروما)، 2- غلاف، 3- تيلاكويد حشوي، 4- حبيبة (تيلاكويد) 5- صانعة نشوية.
- العنوان: ما فوق بنية الصانعة الخضراء.
- 2 - أ - التفاعلات هي:



- ب - α - إن توقف إنطلاق الـ  $\text{O}_2$  ← توقف التحلل الضوئي للماء لعدم تجديد الـ  $\text{NADP}^+$  الذي يستقبل الإلكترونات والبروتونات الناتجة من هذا التحلل لأنه:
- غياب  $\text{CO}_2$  ← غياب APG ← غياب الـ ADPG ← عدم أكسدة الـ  $\text{NADPH.H}^+$  (كلها في حالة إرجاع) ← غياب من يستقبل الإلكترونات والبروتونات في المرحلة الكيموضوئية ← غياب تحلل الماء ← غياب إنطلاق الـ  $\text{O}_2$ .
- β - إن وجود  $\text{CO}_2$  ← تشكل الـ APG ثم الـ ADPG ← أكسدة النواقل وتجديدها ← إستئناف التحلل الضوئي للماء ← إنطلاق الـ  $\text{O}_2$ .

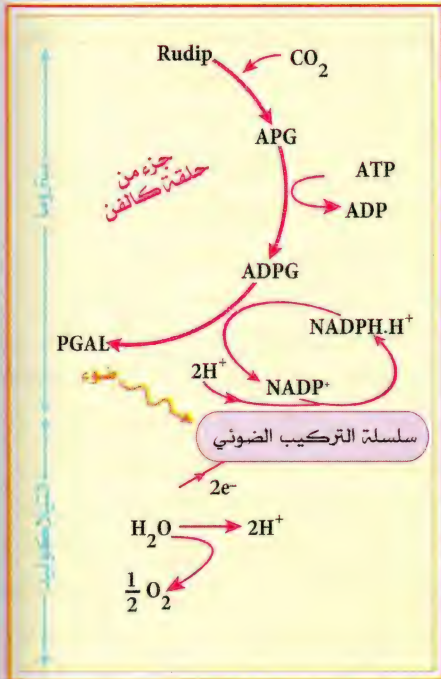
ج - α - قبل الزمن 7 د: إن إرتفاع كمية الإشعاع في الـ APG دلالة على انه تشكل إنطلاقاً من دمج  $\text{CO}_2$  المشع مع الـ RuDiP. وزيادة النشاط الإشعاعي للسكريات السداسية دلالة على تشكله من الـ APG.

بين 7 - 30 د: إستقرار النشاط الإشعاعي للـ APG في قيمة ثابتة مع إزدياد النشاط الإشعاعي في الهكسوزات (السكريات السداسية) دلالة على أن الكميات المتحولة من الـ APG لإنتاج السكريات السداسية يساوي الكميات المنتجة من الـ APG.

β - عند وضع أشعة الكلوريل في وسط مظلم ← توقف تفاعلات المرحلة الكيموضوئية ← توقف تشكل كل من الـ  $\text{NADPH.H}^+$  والـ ATP الضروريين لتجديد الـ RuDiP وإنتاج السكريات السداسية إنطلاقاً من الـ APG لذا:

- تتوقف إنتاج السكريات السداسية ← إستقرار كميتها.

- تتوقف إنتاج الـ APG وثبات (إستقرار) كميته نظراً لعدم تجديد الـ RuDiP.





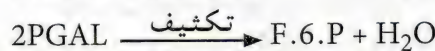
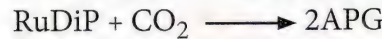
1 - أ - كتلة المادة الجافة المنتجة في الوسط "1" جد مرتفعة بالنسبة لكتلة المادة الجافة في الوسط "2".

ب - هناك علاقة بين تركيز  $CO_2$  الهواء وكتلة المادة الجافة والعلاقة طردية.

2 - أ - بوجود الضوء تكون كمية  $CO_2$  المثبتة كبيرة وثابتة.

بوجود الظلام (غياب الضوء) تنخفض بسرعة إلى أن تتوقف في الثانية 20 تقريبا.

ب - هي تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.



ج - الشروط هي: وجود الـ  $ATP$  و  $NADPH.H^+$  (نواتج المرحلة الكيمووضوئية).

3 - عندما تكون نسبة  $CO_2$  في الهواء = 1 % يكون تركيز كل من  $APG$  و  $RuDiP$  ثابتا لأن الكميات المتحولة من

كل واحد منهما = الكميات المتشكلة إلا أنه تركيز الـ  $APG$  أكبر من تركيز  $RuDiP$ .

- عندما تكون نسبة  $CO_2$  في الهواء = 0,003 % يلاحظ نقص في كمية (تركيز) الـ  $APG$  بينما نلاحظ تراكم في

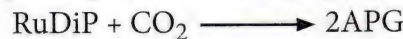
كميات الـ  $RuDiP$  أي يتحول كل الـ  $APG$  إلى  $RuDiP$  ولا يتحول الـ  $RuDiP$  إلى الـ  $APG$  لغياب  $CO_2$  تقريبا.

4 - أ - إرتفاع نسبة الإشعاع في الـ  $APG$  ويصبح أعظميا في الثانية 7 ثم تبدأ بالإنخفاض في حين يبدأ الإشعاع يظهر

في السكروز إبتداء من الثانية 7 وتزداد تدريجيا إلى أن تصل إلى أعلى قيمة له في الثانية 35 تقريبا.

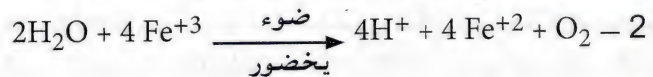
ب - الإستنتاج: إن الـ  $APG$  يتدخل في تركيب السكروز.

5 - إذا علمنا بأن:

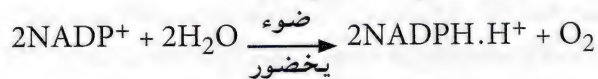


إذا تتطلب تشكل جزيئة غلوكوز: 12 جزيئة  $APG$  و  $6RuDiP$  و  $6CO_2$ .

أ - 1 - شروط طرح الـ  $O_2$ : الضوء ومستقبل الإلكترونات (كاشف هيل  $Fe^{+3}$  في التجربة).



3 - المستقبل النهائي الطبيعي هو الـ  $NADP^+$



4 - α - في الظلام: إن إستهلاك الـ  $O_2$  هو نتيجة ظاهرة التنفس.

في الضوء: هناك إستهلاك للـ  $O_2$  رغم وجود الضوء وذلك لغياب مستقبل الإلكترونات (كاشف هيل

$Fe^{+3}$ ) ← عدم طرح الـ  $O_2$  وإستهلاكه في التنفس.

β - تمثل قيم الـ  $O_2$  المسجلة خلال المرحلة B بالفرق بين كمية الـ  $O_2$  المطروحة من التحلل الضوئي للماء

وكمية الـ  $O_2$  المستهلكة في التنفس.

ب - 1 - نلاحظ أن هناك تتطابق في المنحنين أي أن نسبة تركيز كل من الـ  $ATP$  والأكسجين تتطور بكيفية متوازنة.

2 - شروط طرح الـ  $O_2$  وإنتاج الـ  $ATP$ : - الضوء إضافة إلى مستقبل الإلكترونات.

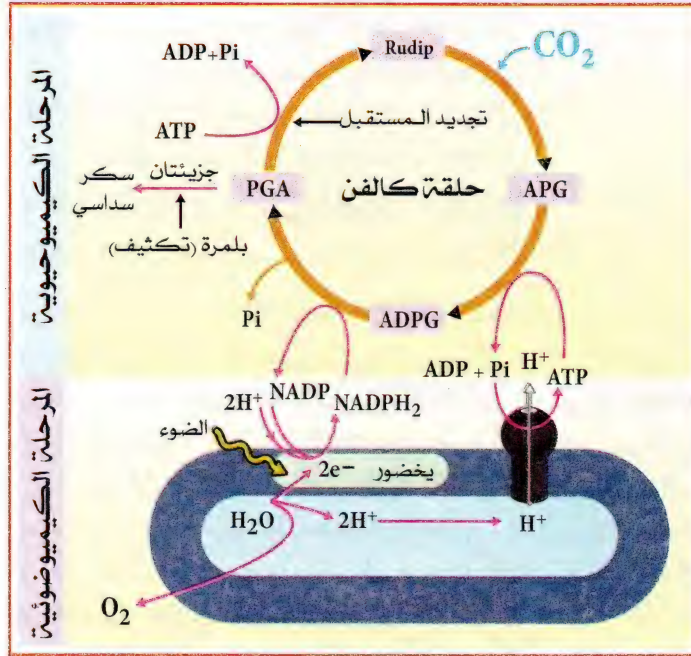
- وجود الـ  $Pi + ADP$



معادلة تشكل الـ ATP هي:  $ADP + Pi \xrightarrow{\text{سنتاز ATP}} ATP + H_2O$  + طاقة

3 - إرتفاع نسبة الـ  $O_2$  المطروح ← تفكيك عدد كبير من جزيئات الماء نتيجة تنبيه عدد كبير من جزيئات اليخضور بالفوتونات الضوئية ← تحرير عدد أكبر من البروتونات الإلكترونية ← إنتقال عدد أكبر من الإلكترونات عبر سلسلة التركيب الضوئي ← إنتاج كمية أكبر من الطاقة ← إنتقال عدد أكبر من البروتونات من الستروما إلى داخل التيلاكويد ← خروج كميات أكبر من البروتونات عبر الكريات الذنبية حسب تدرج التركيز إلى الستروما وبوجود  $Pi + ADP \rightarrow ATP$  إنتاج كميات أكبر من الـ ATP.

1 -



2 - المرحلتان متكاملتان لأن كل مرحلة من المرحلتين تعتمد على نواتج المرحلة الأخرى.

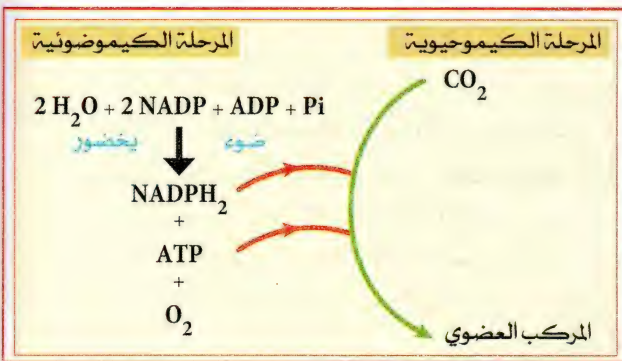
## اجابة التمرين 27

1 - أ - التحليل: من 0 - 1: إنطلاق  $O_2$  وعدم تشكل الجزيئات العضوية بوجود الضوء و غياب  $CO_2$ .  
من 1 - 2: توقف إنطلاق الـ  $O_2$  بغياب  $CO_2$  رغم وجود الضوء.

في 2: عند حقن  $CO_2$  بوجود الضوء نلاحظ إنطلاق الـ  $O_2$  أولاً ثم تشكل الجزيئات العضوية بدءاً من 3. التفسير: في غياب  $CO_2$  لا تتم تفاعلات المرحلة الكيموحيوية فلا تستعمل نواتج المرحلة الكيمووضوئية المتمثلة بالـ ATP و  $NADPH_2$  لذا لا تجدد كل من الـ NADP و ADP و Pi مما يؤدي إلى توقف التحلل الضوئي للماء فلا ينطلق الـ  $O_2$ .

عند إضافة  $CO_2$  للوسط تنطلق تفاعلات المرحلة الكيموحيوية فتتأكسد النواقل المرجعة وتستخدم الـ ATP فتصنع (تجدد) الـ NADP و ADP و Pi فيحدث التحلل الضوئي للماء فينطلق الـ  $O_2$ .

ب - لأن التحلل الضوئي للماء فإنطلاق الـ  $O_2$  (تشكل النواقل المرجعة  $NADPH_2$  والـ ATP) يسبق تشكل المركبات العضوية لأن نواتج المرحلة الكيمووضوئية ضرورية لتثبيت  $CO_2$  في المرحلة الكيموحيوية أي صنع المركبات العضوية لاحظ المخطط المجاور: إذا لا بد أن تتحقق المرحلة الكيمووضوئية ← إنطلاق  $O_2$  حتى تتحقق المرحلة الكيموحيوية





بعد ذلك ← صنع المركب العضوي.

- 2 - أ - يفسر تأخر تركيب الـ ATP عن إنطلاق الـ  $O_2$  لأن تركيب الـ ATP يتطلب شرطاً وهو تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف الكبيس والحشوة الذي ينشأ من أكسدة الماء وضخ البروتونات من الحشوة إلى داخل الكبيسات الذي يسبق تركيب الـ ATP.
- ب - تكمل الجدول:

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C6 - P	0	0	0	0	0	20	130	160	210	920
ATP	0	0	0	0	144	240	1560	1920	2520	11040
$O_2$	0	0	0	48	72	120	780	960	1260	5520

التعليل : عدد جزيئات الـ ATP = عدد جزيئات C6 - P  $12 \times$

عدد جزيئات الـ  $O_2$  = عدد جزيئات C6 - P  $6 \times$

لأنه في كل دورة من ظاهرة التركيب الضوئي تركيب جزيئة C6 - P وينطلق  $6O_2$  و تستعمل 12 ATP.

ج - في كل دورة تثبيت  $6CO_2$  لذا فإن عدد جزيئات  $CO_2$  المثبتة عند الزمن  $10 = 6 \times 920 = 5520$  جزيئة.

## 28 إجابة التمرين

- 1 - العضية هي الصانعة الخضراء.

البيانات: 1 - غشاء خارجي. 2 - غشاء داخلي. 3 - صفيحة. 4 - حشوة (ستروما). 5 - حبيبة (بذيرة)، جراناً. 6 - كبيسات. 7 - ADN.

- 2 - التحليل:

المرحلة الأولى : لا يتشكل الـ ATP بغياب كل من الضوء وعدم وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.

المرحلة الثانية : يتشكل الـ ATP رغم غياب الضوء.

المرحلة الثالثة : لا يتشكل الـ ATP بغياب كل من الكريات المذبذبة والضوء.

المرحلة الرابعة : يتشكل الـ ATP بوجود الضوء.

المرحلة الخامسة : لا يتشكل الـ ATP بتشكيل ثقب في الغشاء.

من مقارنة المرحلة الأولى بالمرحلة الرابعة : إن وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات شرط ضروري لتشكيل الـ ATP (فسفرة الـ ADP).

من مقارنة المرحلة الثانية بالمرحلة الرابعة : نستنتج أن تشكل الـ ATP يحدث في الضوء والظلام.

من مقارنة المرحلة الثالثة بالمرحلة الرابعة : نستنتج أن تشكل الـ ATP يتطلب وجود الكريات المذبذبة.

من مقارنة المرحلة الخامسة بالمرحلة الرابعة : نستنتج أن تشكل الـ ATP يتطلب سلامة غشاء الكبيسات (توليد فرق في تدرج تركيز البروتونات).

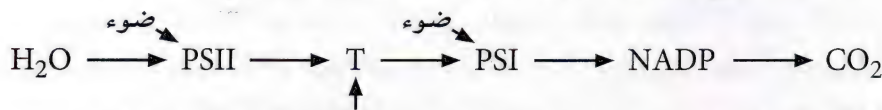
الإستنتاج: نستنتج أن تشكل الـ ATP يتطلب :

- وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات (فرق في قيمة الـ PH).

- وجود وسلامة الكريات المذبذبة.

- سلامة غشاء الكبيسات.

- 3 - أ - إن مادة الـ DCMU يمنع إنتقال الإلكترونات من PSII إلى PSI كمايلي:

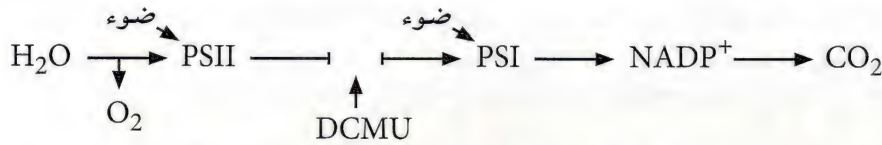


DCMU ربما يخرب النواقل T الموجودة بين PSII و PSI في غشاء الكبيس

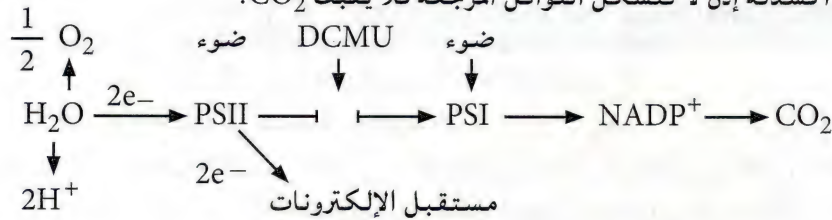
فلا يوجد من يوصل الإلكترونات من PSII إلى PSI



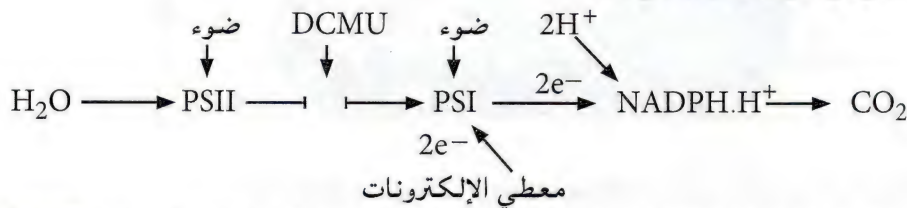
**المرحلة الأولى:** بوجود الـ DCMU لا يتأكسد PSII لعدم وجود من يستقبل إلكترونه إذن لا يتحلل الماء فلا ينطلق الـ  $O_2$ . كما أن PSI عند أكسدته لا يستطيع إسترجاع إلكترونه لذا فلا تتشكل النواقل المرجعة فلا يثبت  $CO_2$ .



**المرحلة الثانية:** بوجود مستقبل الإلكترونات والـ DCMU فإن PSII يتأكسد لوجود مستقبل الإلكترونات الذي يستقبل إلكتروناته فيتحلل الماء فينطلق الأكسجين ولكن بعيدا عن PSI الذي لا يستطيع إسترجاع إلكترونه عند أكسدته إذن لا تتشكل النواقل المرجعة فلا يثبت  $CO_2$ .



**المرحلة الثالثة:** بوجود الـ DCMU ومعطى الإلكترونات فإن PSII لا يتأكسد لعدم وجود من يستقبل إلكتروناته لذا لا يتحلل الماء فلا ينطلق الأكسجين في حين فإن PSI يتأكسد لأنه سيسرجع إلكتروناته من معطى الإلكترونات فتتشكل النواقل المرجعة فيثبت  $CO_2$ .



ب - المرحلتان الثانية والثالثة لا تعطيان نفس النتائج بغياب الضوء، لأن الانظمة الضوئية PSII و PSI لا تتنبه.  
**4 -** لا يتشكل الـ ATP لانه لا يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات لغياب حركة الإلكترونات لعدم تحلل الماء وعدم ضخ البروتونات.

## اجابة تمرين 29

- I - 1 -** إستنتج ام مصدر الأكسجين المنطلق في عملية التركيب الضوئي هو الماء فقط وليس غاز الفحم.  
**2 -** حسب المعادلة (أ) فإن (6) جزيئات من الماء غير كافية لإعطاء (12) ذرة أوكسجين بل نصف هذه الكمية ( $3O_2$ ) وهذا ما يجبرنا بان نقول ان النصف الآخر ( $3O_2$  الباقية) مصدره غاز الفحم وهذا يتناقض مع ما توصلنا إليه في السؤال 1.  
 - في حين ان (12) جزيئة ماء كافية لاعطاء (12) ذرة أوكسجين علما ان الماء الناتج من التفاعلات ليس هو الماء الداخل في التفاعلات.  
 إذا المعادلة (ب) تعبر عن حقيقة ما يحدث أي تترجم الظواهر الفيزيولوجية.

## II - 1 - التحليل:

- الذرة: من 0 - 300 Ppm  $CO_2$  في الوسط: العلاقة بين تركيز  $CO_2$  في الوسط وشدة التركيب الضوئي طردية وسريعة ثم بعد 300 تصبح شدة التركيب الضوئي ثابتة مهما زاد تركيز  $CO_2$  في الوسط.  
 الشمندر: العلاقة بين شدة التركيب الضوئي وتركيز  $CO_2$  في الوسط طردية وضعيفة (ترتفع ببطء).  
**2 -** إن نبات الذرة تثبت كميات مرتفعة من  $CO_2$  مما يؤدي إلى زيادة في شدة التركيب الضوئي فأرتفاع في كمية المادة العضوية المصنعة فأرتفاع الإنتاجية.



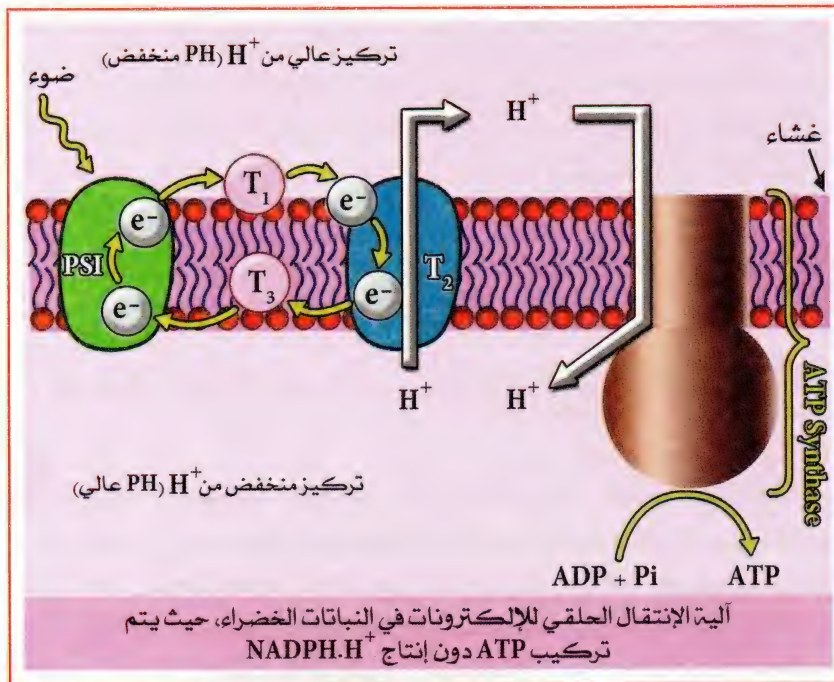
- ان نبات الشمندر تثبت كميات قليلة من  $CO_2$  مما يؤدي إلى نقص في شدة التركيب الضوئي فإخفاض في كمية المادة العضوية المنتجة فإخفاض الإنتاجية.
- 3 — بالنسبة للذرة: لا تؤثر هذه النسبة على الإنتاجية حيث تصل إلى أقصاها.
- بالنسبة للشمندر: تمثل هذه النسبة عاملا محددًا للإنتاجية حيث أن رفع نسبة  $CO_2$  الوسط يؤدي إلى رفع الإنتاجية.
- 4 — يمكن تحسين مردودية الشمندر بزيادة نسبة  $CO_2$  في هواء الوسط وذلك بإستخدام البيوت البلاستيكية.

### اجابة التمرين 30

- 1 — كلما نفذ الضوء في عمق الماء إلا واختفت بعض إشعاعاته، حيث نلاحظ من الوثيقة (1) أنه لا تصل إلى عمق 25 م إلا الإشعاعات ذات أطول أمواج محصورة بين 550 و 575 نانومتر (nm).
- 2 — تمتص الطحالب الخضراء أساسا الإشعاعات الزرقاء والحمراء إضافة إلى ذلك أن الطحالب الحمراء تمتص جزءا من مجال اللون الاخضر في حين الطحالب السمراء تمتص تقريبا جميع إشعاعات الطيف بنسبة معتبرة.
- 3 — من خلال الوثيقة (1) نلاحظ: الاشعاعات الخضراء وحدها تصل أعماق 25 م وهي لا تمتص قبل الطحالب الخضراء وبالتالي لا يمكن للطحالب الخضراء العيش في هذا العمق (لاحظ الوثيقة (2)).
- إن الطحالب السمراء والحمراء تمتص الإشعاعات الخضراء لذا تستطيع العيش في أعماق معتبرة.

### اجابة التمرين 31

تحلل الماء	طريق تعويض الإلكترونات المفقودة	مصدر الإلكترونات	مصدر الإلكترونات	عدد نواقل الإلكترونات T	عدد PS	الخواص الكائن الحي
—	من T3	أكسدة T ثم العودة إلى PSI	PSI	3T 2T'	2 (I و II)	النباتات الخضراء
—	من T3	أكسدة T ثم العودة إلى PS	PS	3T	واحد فقط	البكتريا الزرقاء





**I - التجربة 1 : 1 - تحليل النتائج :**

- المرحلة الأولى: عدم تشكل الـ ATP عند تساوي الـ PH الداخلي والخارجي للتيلاكويد.
- المرحلة الثانية: تشكل الـ ATP عندما يكون الـ PH الداخلي حامضيا والخارجي قاعديا.
- المرحلة الثالثة: عدم تشكل الـ ATP رغم إختلاف الـ PH الداخلي والخارجي في غياب الجزء الإنزيمي من الكريات المذبذبة.
- شروط تركيب الـ ATP: - إختلاف في الـ PH الوسيطين (الوسط الداخلي حامضي و الوسط الخارجي قاعدي).
- سلامة الكريات المذبذبة.

- 2 - الغرض من إجراء التجربة في الظلام: لمنع تأثير الضوء المسؤول طبيعيا على اكسدة الماء لإنتاج البروتونات التي تعمل على تكوين فرق في التركيز، وإثبات أن تركيب الـ ATP من الـ ADP و Pi مرتبط بفرق تركيز  $H^+$  على جانبي غشاء الكييس.

**II - التجربة 2 : 1 - تحليل المنحنى:**

- القطعة (أب): في بداية التجربة و في الظلام تركيز البروتونات في الوسط الخارجي ثابت.
- القطعة (ب ج): في الإضاءة يلاحظ تناقص في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي.
- القطعة (ج د): ثبات تركيز البروتونات في الوسط الخارجي.
- القطعة (ده): في الظلام: يتزايد تركيز البروتونات في الوسط الخارجي مع الزمن.
- 2 - الإستخلاص: سلوك الغشاء تجاه البروتونات: يعتبر غشاء التيلاكويد مقرا لنقل البروتونات: عند تعرض التيلاكويد للضوء تحدث حركة للإلكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية فيقوم الغشاء بإدخال البروتونات عكس تدرج التركيز من الستروما إلى التجويف إثر هذا الدخول يحدث تراكم للبروتونات في التجويف يتسبب في إحداث تدرج كهروكيميائي ينشئ كمونا غشائيا محركا يسمح للغشاء بإخراج البروتونات نحو الستروما عبر الكريات المذبذبة من الوسط الأعلى تركيز إلى الوسط الأقل تركيز.
- 3 - التفسير: بوجود المادة المؤثرة لا يتشكل الـ ATP لغياب فرق تدرج التركيز على جانبي الغشاء. ويعود ذلك إلى نفوذ البروتونات عبر الغشاء، وهذا ما يدعم دور الكرات المذبذبة في حركة البروتونات لتشكيل الـ ATP.
- 4 - التحليل:

في الفترة 0 - 20 د: دخول البروتونات إلى تجويف التيلاكويد بالانتقال الموضعي نتيجة الطاقة المحررة من حركة الإلكترونات مولدة فرق في تركيز البروتونات حيث يصبح تركيز البروتونات داخل الكييس أكبر من الوسط الخارجي فينشأ تدرج كهروكيميائي يتسبب في توليد كمون غشائي محرك يخرج البروتونات عبر الكريات المذبذبة فينشأ أنزيم الـ ATP سنتيتاز فيعمل على تركيب الـ ATP.

في الفترة 20 - 40 د: إستمرار تواجد التدرج الكهروكيميائي والكمون الغشائي المحرك للبروتونات يسمح بإستمرار تدفق البروتونات إلى الحشوة (الستروما) مما يسمح بإستمرار تركيب الـ ATP.

**III - رسم الفسفرة الضوئية أو المرحلة الكيميوضوئية من التركيب الضوئي (راجع إجابة التمرين 15).**

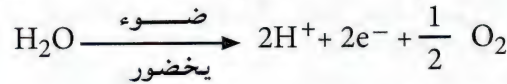
- 1 - ترتفع شدة التركيب الضوئي للطماطم بإزدياد قيمة شدة الإضاءة، والإضاءة الضعيفة تكون غير ملائمة.
- أما بالنسبة للسرخس فإن شدة التركيب الضوئي تبلغ أقصاه في إضاءة ضعيفة حوالي 15 % من ضوء الشمس.
- النقطتان (أ ، ب) تمثلان التعويض أو التكافؤ وهي عندما تتساوى كمية الـ  $O_2$  المستهلكة مع كمية الـ  $O_2$  المطروحة (نقطة تعويض الـ  $O_2$  المستهلكة بالـ  $O_2$  المنطلقة).



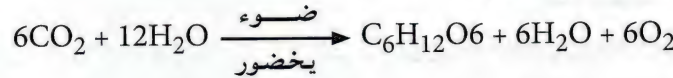
- كما نلاحظ أن نقطة التعويض في نبات الطماطم أكبر من نقطة التعويض في السرخس .
- 2 – نستنتج أن الطماطم من النباتات الشمسية لكونه يتأثر بالشدة الضوئية المرتفعة خاصة (المنحنى 1) في حين السرخس نبات ظلي لكونه يتأثر بالإضاءة الضعيفة الشدة (المنحنى 2).
- 3 – في نبات السرخس الشدة الضوئية التي يصل فيها شدة التركيب الضوئي شدته القصوى هي حوالي 25 % .
- في نبات الطماطم الشدة الضوئية التي يصل فيها شدة التركيب الضوئي شدته القصوى حوالي 70 % .
- 4 – إن الجزء الموجود تحت مستوى الصفر، عندما تكون شدة الإضاءة جد ضعيفة وفي الليل فإن النبات يستهلك الـ  $O_2$  أكثر مما ينتجه مما يعطي قيم إنطلاق الـ  $O_2$  سالبة.

### 34 إجابة التمرين

- 1 – أ – العناصر المرقمة: (1) شبكية هيولية محبة. (2) مادة أساسية (ستروما). (3) كيبسات.
- (4) غشاء خارجي. (5) صانعة خضراء. (6) ميتوكوندري.
- نوع الخلية: خلية نباتية يخضورية لوجود الصانعة الخضراء.
- ب – الطبيعة الكيميائية للعنصر (س) سكر معقد (نشاء).
- 2 – أ – المعلومات المستخلصة من نتائج الجدول: – يدخل الـ  $O_2$  والكاربون الخاص بـ  $CO_2$  في بناء الجزيئات العضوية.
- لا يدخل الـ  $O_2$  الخاص بالماء في بناء الجزيئات العضوية.
- يطرح الـ  $O_2$  أثناء الظاهرة وأصله من الماء.



ب – المعادلة الكيميائية للظاهرة المعنية :



- 3 – أ – يفسر هذا الإنخفاض في تركيز الـ  $H^+$  بدخوله إلى داخل الكيبسات في المرحلة الكيموضوئية من عملية التركيب الضوئي.
- ب – يمثل السطح السفلي، التوازن الحركي المستمر بين البروتونات الداخلة إلى الكيبسات + البروتينات الناتجة من تفكك الماء مع البروتونات التي تخرج منها إلى الخارج خلال الكرات المذنبية وتنتج طاقة تشكل ATP.
- ج – α – يتوقف تركيب الـ ATP لعدم مرور البروتونات خلال الكرات المذنبية حيث يوجد ATPase وكما أنه لن يتكون فرق في تدرج تركيز البروتونات.
- β – نعم يستمر إنطلاق الأكسجين لأن نقل الإلكترونات يمكن حدوثه.
- γ – الطاقة الضوئية المقنصة تصرف بشكل حرارة.
- د – عند إطفاء الضوء يرتفع المنحنى إلى مستوى "صفر" ويتوقف إنطلاق الأكسجين و تركيب الـ ATP.

### 35 إجابة التمرين

- I – 1 – قتل البقع المحصل عليها في الوثيقة (1) المركبات التي تم تشكيلها أثناء حدوث عملية التركيب الضوئي والتي تم خلالها دمج  $CO_2$  ذو الكربون المشع.
- 2 – تسمية المركبات المحصل عليها:
- في الزمن = 1 ثانية: بإسقاط نتائج اللوحة الأولى المحصل عليها بعد 1 ثانية مع اللوحة 3 المحصل عليها بعد 30 ثانية نجد أن المركب المتشكل هو الـ APG (حمض الفوسفوغليسريك).
  - في الزمن = 2 ثانية: بإسقاط نتائج اللوحة الثانية المحصل عليها بعد 2 ثانية مع اللوحة 3 المحصل عليها بعد 30 ثانية نجد أن المركب المتشكل هو الـ C3P (سكر ثلاثي الكربون مفسفر).
- 3 – الفرضيات المقدمة فيما يخص مصدر الـ APG:



• الفرضية الاولى: يتثبت الـ  $CO_2$  على مركب ثنائي الكربون قد يوجد بالهيولى الخلوية ليعطي جزيئات الـ APG ثلاثية الكربون.

• الفرضية الثانية: يتثبت الـ  $CO_2$  على مركب خماسي الكربون مشكلا مركبا سداسي الكربون الذي ينشطر ليعطي جزيئات الـ APG ثلاثية الكربون.

• الفرضية الثالثة: ثلاث جزيئات من  $CO_2$  تشكل الـ APG.

**II - 1 - أ -** تفسير تساير كميتي الـ APG و الـ Rudip في الفترة قبل  $z = 500$  ثانية: يتم التساير بين الكميتين نتيجة تثبيت  $CO_2$  على الـ Rudip الذي ينتج عنه الـ APG الذي يجدد بدوره الـ Rudip في وجود الضوء (ATP و  $NADPH.H^+$ ) أي الكميات المتحولة من أحدهما إلى الأخرى ثابتة.

ب - تحليل منحنبي الوثيقة (2) في الفترة الممتدة من  $z = 500$  ثانية إلى  $z = 1000$  ثا: - بعد 500 ثانية وفي وجود الضوء وغياب  $CO_2$  يزداد تركيز Rudip بسرعة ويتزامن ذلك بإنخفاض تركيز الـ APG، ثم يتناقص تدريجيا تركيز الـ Rudip في الوقت الذي يتواصل فيه تناقص تركيز الـ APG، إلى أن ينعدم تركيزهما تقريبا عند 1000 ثا.

ج - الإستنتاج فيما يخص العلاقة بين الـ APG و Rudip: هي أن كلا منها ينتج من الآخر بشرط توفر الضوء و  $CO_2$ .

2 - نعم تسمح هذه النتائج بتأكيد الفرضية الثانية المقترحة في السؤال I - 3.

- التعليل: يتم تشكيل الـ APG بعد تثبيت جزيئة الـ Rudip لجزيئة واحدة من الـ  $CO_2$  مشكلا مركب سداسي الكربون الذي ينشطر إلى جزيئتين من الـ APG لأنه في غياب  $CO_2$  يحدث تناقص الـ APG.

**III -** مخطط بسيط يوضح العلاقة بين الـ APG و الـ Rudip: راجع إجابة التمرين 19.

### إجابة التمرين 36

**I - أ - 1 -** البيانات: (1) غشاء خارجي. (2) غشاء داخلي. (3) حشوة. (4) حبيبة (بذيرة).

(5) تجويف التيلاكويد. (6) صفيحة حشوية. (7) صانعة نشوية. (8) كيبس (تيلاكويد).

2 - للصانعة الخضراء بنية حجيرية.

التعليل: - وجود تراكيب غشائية داخلية تشكل أكياس مسطحة (التيلاكويد).

- وجود تجويف داخلي محدد بغشاء داخلي (الحشوة).

- يفصل حيز بين الغشاء الداخلي والغشاء الخارجي للصانعة.

ب - 1 - تحليل الجدول: السلالة A: لا تستطيع التكاثف في وسط معدني صرف إلا بوجود الضوء.

السلالة الطافرة a: لا تستطيع التكاثف في وسط معدني سواء وجد الضوء أو لم يوجد.

2 - الاستخلاص: وجود الصانعة الخضراء في الخلية المعرضة للضوء ضروري لإنتاج الطاقة اللازمة لنشاطاتها ومنها الانقسام (التكاثر).

ج - 1 - الهدف من التجربة هو لإظهار مصدر الـ  $O_2$  المنطلق في عملية التركيب الضوئي هل هو الماء أو  $CO_2$ .

2 - المعلومة المستخلصة: أن مصدر الـ  $O_2$  المنطلق في عملية التركيب الضوئي هو الماء فقط وليس  $CO_2$ .

د - 1 - المعلومات المستخلصة من تحليل المنحنى:

• في الضوء الأبيض أو الإشعاعات الحمراء يتم دمج Pi وتركيب ATP.

• في الظلام أو الإشعاعات الخضراء لا يتم دمج Pi ولا تركيب ATP.

2 - العلاقة بين الطاقة الضوئية وإدماج الفوسفور: يرجع لامتناس اليخضور للطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة على شكل ATP انطلاقا من  $ADP + Pi$  بواسطة أنزيم ATP سنتاز فهي إذن علاقة طردية.

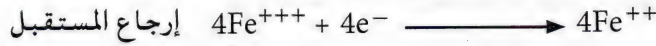
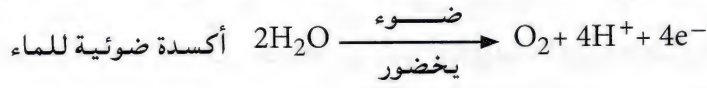
هـ - 1 - تفسير المنحنى:

[1 - 0] في الظلام وفي غياب المستقبل  $Fe^{3+}$  نلاحظ انعدام الأكسجين في الوسط لعدم حدوث تحليل ضوئي للماء.

[1 - 2] في الضوء وغياب المستقبل نلاحظ انعدام الأكسجين في الوسط لعدم حدوث تحليل ضوئي للماء.



[2 - 3] و [4 - 5] وجود الضوء ومستقبل الإلكترونات نلاحظ انطلاق الأكسجين فتزيد كميته في الوسط، دليل على حدوث تحليل ضوئي للماء وإرجاع مستقبل الإلكترونات وفق المعادلات الكيميائية التالية :



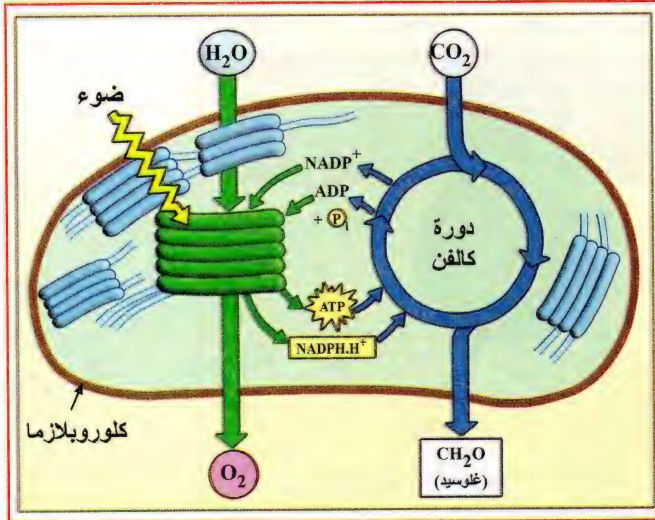
[3 - 4] في الظلام رغم توفر المستقبل يتوقف انطلاق الأكسجين فتثبت كميته في الوسط لعدم أكسدة الماء. [1 - 2] تؤكد ضرورة المستقبل، [3 - 4] تؤكد ضرورة الضوء، [0 - 1] تؤكد ضرورة الضوء والمستقبل لحدوث تحليل ضوئي (أكسدة ضوئية) للماء.

2 - شروط تحرير الأكسجين : الضوء ومستقبل الإلكترونات.

## II - أ - تحليل منحني الوثيقة (6):

نلاحظ ظهور الإشعاع في الـ APG أولاً ثم يظهر في التريوز فوسفات (PGAL) نتيجة تحول الـ APG إلى PGAL ثم يظهر في الـ Rudip نتيجة تحول PGAL إلى Rudip. ثم نلاحظ ثبات الكميات بعدها خلال هذه الدورة بتراكم الغلوكوز.

الاستنتاج: في وجود الضوء والـ  $\text{CO}_2$  تحدث سلسلة من التفاعلات تسمح بدمج الـ  $\text{CO}_2$  وينتج من خلالها الغلوكوز.



ب - البيانات : 1 - Rudip ، 2 - الـ  $\text{CO}_2$  ،

3 - APG ، 4 - ATP ، 5 -  $\text{NADPH}^+$  ،

6 -  $\text{ADP} + \text{Pi}$  ، 7 -  $\text{NADP}^+$  ، 8 - PGAL ،

9 - غلوكوز ، 10 - حلقة كالفن.

## III - العلاقة بين المرحلة الكيموضوئية (السؤال I)

والمرحلة الكيموحيوية (السؤال II): هي

علاقة تكامل تتمثل في :  $\text{ATP}/\text{ADP} + \text{Pi}$  ،

والـ  $\text{NADP}^+/\text{NADPH}^+$  حيث نتائج

المرحلة الأولى هي شروط للمرحلة الثانية

وننتج المرحلة الثانية هي شروط المرحلة

الأولى (لاحظ المخطط المجاور).

## 37 إجابة التمرين

I - 1 - راجع التمرين (2).

2 - راجع التمرين (2).

3 - الطبيعة الكيميائية للعنصر (ص): سكر معقد "نشا".

4 - تحديد نوع التحول الطاقي: تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة ضمن جزيئات عضوية

(جلوكوز) تتكثف (بلورة) إلى سكر معقد (نشا).

II - 1 - تحديد نشاط التيلاكويد الذي تبرزه التجربة :

• فسفرة ADP (تركيب ATP).

• نعم يوجد نشاط آخر للتيلاكويد، حيث انه تتم على مستواه أكسدة الماء. وانطلاق غاز  $\text{O}_2$  مع إرجاع

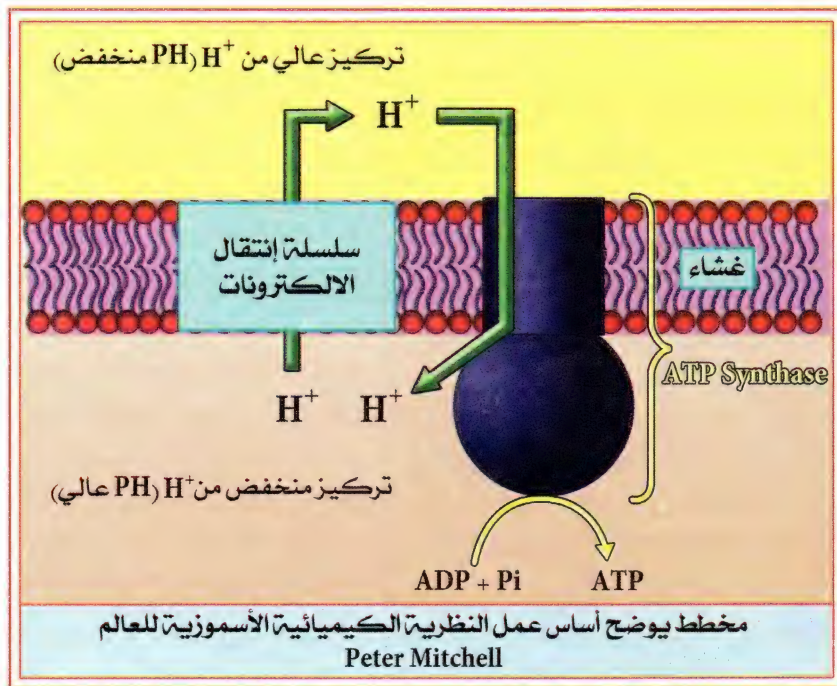
المستقبل الفيزيولوجي  $\text{NADP}^+$  إلى  $\text{NADPH.H}^+$ .

2 - التعليل: • أنجزت المراحل التجريبية أساسا لمعرفة دور البروتونات المتجمعة في تحييف التيلاكويد.

• انجازها في الظلام لتفادي تنبيه الأنظمة الضوئية، وتفادي حركة الإلكترونات حتى لا تؤثر على النتائج.



- 3 - تحليل النتائج التجريبية :
- المرحلة (1) تماثل PH الوسطين (داخلي/خارجي) [تماثل تركيز  $H^+$  بين الوسطين] أدى إلى عدم فسفرة ADP رغم توفر ADP و  $P_i$ .
  - المرحلة (2) تباين PH الوسطين [وجود فارق تركيز  $H^+$  بين الوسطين] أدى إلى فسفرة ADP.
  - المرحلة (3) رغم وجود تباين في قيمة PH الوسطين [تباين في تركيز  $H^+$ ] أدى إلى عدم فسفرة ADP بسبب تخريب الكريات المذبذبة.
  - 4 - استخراج شروط الظاهرة المدروسة (تركيب الـ ATP):
    - وجود فارق في تركيز ( $H^+$ ) بين الوسطين حيث التركيز الداخلي أعلى من التركيز الخارجي.
    - سلامة الكريات المذبذبة (إنزيم تركيب ATP).
  - 5 - تحديد المرحلة : المرحلة الكيموضوئية.
  - أهمية ذلك : لضمان إتمام المرحلة الثانية المتمثلة بالمرحلة الكيموضوئية لعملية التركيب الضوئي.
- III - الرسم التخطيطي:



### 38 إجابة التمرين

- 1 - أ - البيانات المرقمة: 1- ماء، 2- الأكسجين، 3- ثاني أكسيد الكربون، 4- مادة عضوية، 5- فوتونات (الضوء).
- القسم A يمثل المرحلة الكيموضوئية من التركيب الضوئي.
  - القسم B يمثل المرحلة الكيموضوئية من التركيب الضوئي.
- ب - مكونات القسم A : يتمثل في التيلاكويد فهو يتكون من : غشاء وتجويف، ويتميز الغشاء بوجود أنظمة ضوئية، سلسلة من نواقل الإلكترونات، كريات مذبذبة.
- ج - والمواد الأولية اللازمة لتشغيل المصنع هي: الماء،  $CO_2$  وبوجود الضوء.
- 2 - تفسير النتيجة: إن ما يحدث في القسم B يتطلب نواتج من القسم A وبدونها لا يتم تركيب المادة العضوية، عند وقف إمداد القسم B بالمواد الناتجة من القسم A يقطع الجسر "ب" ويتوقف تركيب المادة العضوية، إذا الجسر "ب" ينقل  $NADPH_2$  و ATP أي نواتج المصنع A (نواتج المرحلة الكيموضوئية).
- 3 - إن استمرار طرح الأكسجين يتطلب استمرار تحليل الماء واستمرار تحليله يتطلب وجود نواقل مؤكسدة تضمن استقبال الإلكترونات، عند تحليل الماء يتم إرجاع  $NADP^+$  إلى  $NADPH.H^+$  هذه الأخيرة التي تنتقل عبر الجسر



"ب" أين تتأكسد في القسم B لتعود إلى القسم A عن طريق الجسر "أ". إن قطع الجسر "أ" يوقف نشاط القسم A رغم وجود الضوء يعود الى توقف وصول النواقل المؤكسدة  $NADP^+$  و  $ADP$  و  $Pi$  الضرورية لاستمرار نشاط القسم A. إذا المواد التي ينقلها الجسر "أ" هي :  $NADP^+$  ،  $ADP$  ،  $Pi$ .

4 - يجب أن يتضمن النص ما يلي: (المعادلات راجع إجابة التمرين 12)

- يتم على مستوى القسم A : • تحفيز الأنظمة الضوئية + معادلة.

• تحليل الضوء للماء + معادلة.

• إرجاع النواقل وتشكل  $NADPH.H^+$  + معادلة.

• تشكل  $ATP$ .

إذا ينتج في هذا القسم  $NADPH.H^+ . ATP$ .

- يتم في القسم B:

• تثبيت  $CO_2$  على الريبولوز ثنائي الفوسفات.

• تشكل مركب سداسي غير مستقر ينشط ليعطي جزيئين من الـ  $APG$ .

• يتم إرجاع  $APG$  إلى  $PGAL$  بواسطة نواتج المرحلة الكيموضوئية.

• كمية من الـ  $PGAL$  تساهم في بناء المواد العضوية بينما كمية أخرى تساهم في إعادة بناء (تجديد) المستقبل.

يعبر الجسران على ضرورة انتقال نواتج المرحلة الأولى لتستعمل في المرحلة الثانية وضرورة أكسبتها في المرحلة الثانية لتعود لتستخدم في المرحلة الأولى.

5 - أ - مصدر العنصر (2) الذي هو الأكسجين هو التحلل الضوئي للماء (التجربة راجع إجابة التمرين 7).

ب - المركب (1) هو الماء وهو ناتج من تفاعلات المصنع:

• مصدرهيدروجينه هو الماء الداخل في تفاعلات المصنع A.

• مصدرأكسجينه فهوغاز  $CO_2$  الداخل في تفاعلات المصنع B.

6 - أ - المعادلات الاجمالية (راجع إجابة التمرين 84).

ب - لأن كمية الماء الداخل في تفاعلات المصنع A ضعف كمية الماء الناتج من تفاعلات المصنع B.

ج - لصنع جزيئين من الغلوكوز (العنصر 4) يتطلب  $2 \times 12$  جزيئة ماء (العنصر 1) في المصنع A وتشكل 12 جزيئة ماء (العنصر 1) في المصنع B.

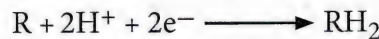
### إجابة التمرين 39

أ - 1 - تفسير النتائج المحصل عليها في المرحلة 1 بوجود الضوء: إذا عرض المحضر للضوء الأبيض نلاحظ انطلاق  $^{18}O_2$  مشع، إنتاج جزيئات R مرجعة  $(RH_2)$  وتشكل  $ATP$  دلالة على حدوث تفاعلات المرحلة الكيموضوئية حيث:

• انطلاق  $^{18}O_2$  مشع: تتأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل للنظام الضوئي الثاني تحت تأثير الفوتونات المقتنصة متخلية عن إلكترون، تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسدة ضوئيا شكلها المرجع، وبالتالي قابلية التنبيه انطلاقا من الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء. وفق التفاعل التالي في وجود الضوء واليخضور.



• إنتاج جزيئات R مرجعة  $(RH_2)$ : تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل في سلسلة من النواقل متزايدة كمون الأكسدة والإرجاع. إن المستقبل الأخير للإلكترونات الناتجة عبارة عن ناقل للبروتونات والإلكترونات R الذي يرجع إلى  $(RH_2)$ .



• تشكل  $ATP$ : يصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة الارجاعية، تراكم البروتونات الناتجة عن أكسدة الماء وتلك المنقولة من الحشوة باتجاه تجويف التيلاكويد (ضخ البروتونات). إن تدرج تركيز البروتونات المتولد بين تجويف التيلاكويد وحشوة الصانعة الخضراء، ينتشر على شكل سيل من البروتونات الخارجة عبر الكريات المذنبة ( $ATPase$  سينتاز) تسمح الطاقة المحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ  $ADP$  إلى



ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi): إنها الفسفرة الضوئية.

2 - تحليل تناقص انطلاق الأكسجين في المرحلة ب: إذا عرض المحضر للضوء الأبيض لكن الوسط يكون فقيرا من حيث جزيئات R، نلاحظ تناقصا سريعا في انطلاق الأكسجين لعدم استمرار تحفز الأنظمة الضوئية رغم وجود الضوء لأنها لا تجد مستقبلا لالكترونات فتتناقص أكسدة الماء فيتناقص انطلاق الأكسجين نتيجة عدم تحليل الماء.

ب - 1 - تحليل الشكلين:

الشكل أ:

- عند تعريض الصانعات الخضراء للضوء الأبيض تزداد كمية  $P^{32}$  الممتص.
- عند وضع الصانعات الخضراء في الظلام تتناقص كمية  $P^{32}$  الممتص.
- عند تعريض الصانعات الخضراء للطيف nm 700 تتزايد كمية  $P^{32}$  الممتص من جديد.
- عند تعريض الصانعات الخضراء للطيف nm 560 تتناقص كمية  $P^{32}$  الممتص بشكل هام من جديد.

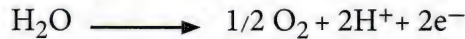
الشكل ب:

- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 400 - 480 nm تكون % لامتناص اليخضور للضوء عالية وفي أقصى قيمة لها حوالي 78 %.
- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 480 - 560 nm تتناقص % لامتناص اليخضور للضوء لتصل إلى قيمة دنيا 30 %.
- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 560 - 640 nm تكون % لامتناص اليخضور للضوء ثابتة وفي أدنى قيمة لها.
- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 640 - 700 nm ترتفع % لامتناص اليخضور للضوء لتبلغ قيمة قصوى حوالي 78 %.
- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 700 - 720 nm تتناقص % لامتناص اليخضور للضوء حتى تنعدم.

إذن: تتناسب نسبة  $P^{32}$  الممتصة طردا مع نسبة امتصاص اليخضور للأشعة.

2 - تفسير المنحنى (أ) مبرزا آلية إنتاج الـ ATP في الصانعات الخضراء:

• في الضوء الأبيض والطيف nm 700 تتزايد كمية  $P^{32}$  الممتص لاستعماله في الفسفرة الضوئية للـ ADP إلى ATP بواسطة الكريات المذبذبة (الإنزيم ATPsynthase) التي تنشط نتيجة تدفق البروتونات عبرها من تجويف الكييس نحو الحشوة في اتجاه تدرج التركيز نتيجة تكديس البروتونات في تجويف الكييس بفعل أكسدة الماء في تجويف الكييس وضخ البروتونات من الحشوة نحو التجويف مستهلكة الطاقة المتحررة عن انتقال الالكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية الأولى والمفقودة من قبل النظام الضوئي الثاني PSII إثر تأكسده بالضوء الممتص (الضوء الأبيض: أو الطيف nm 700 الذي يمتصه اليخضور بشدة أكبر) ويعوض PSII الالكترونات المفقودة بتنشيط أكسدة الماء بواسطة الإنزيم المرتبط به حسب التفاعل:



• ولا تحدث هذه التفاعلات في الظلام ولا في الطيف nm 560 الذي يمتصه اليخضور فلا تتأكسد مراكز التفاعل الضوئية.

3 - رسم تخطيطي لآلية إنتاج الـ ATP في الصانعات الخضراء: (راجع إجابة التمرين 37)

ج - 1 - تحليل منحنى الشكل (أ):

• خلال الساعة الأولى في وجود الضوء تكون كمية  $CO_2$  المشع المثبتة من قبل الأشنة الخضراء المعرضة للضوء ثابتة عند قيمة أعظمية.

• 0 - 20 ثا في الظلام تتناقص كمية  $CO_2$  المشع المثبتة من قبل الأشنة الخضراء حتى تنعدم عند 20 ثا.

2 - ماذا يحدث في الساعة الأولى من المرحلة الثانية بوجود الضوء وغياب  $CO_2$ : تفاعلات المرحلة كيموضوئية المتمثلة في:

إرجاع  $NADP^+$  وفسفرة ADP لفترة محدودة.



3 - ماذا يحدث خلال ز1 - ز2 بوجود CO<sub>2</sub> وغياب الضوء: تفاعلات المرحلة الكيموحيوية:

• تثبيت CO<sub>2</sub> وتركيب مادة عضوية ولفترة محدودة.

4 - مقارنة بين نتائج المرحلتين الأخيرتين:

ز0 - ز1: كمية CO<sub>2</sub> المثبتة منعدمة في الحالتين.

ز1 - ز2: في الشكل (ب) إرتفاع كمية CO<sub>2</sub> المثبتة ثم تناقص حتى تنعدم أما في الشكل (ج) فتبقى كمية CO<sub>2</sub> المثبتة منعدمة.

5 - تعليل اختلاف نتائج المرحلتين الأخيرتين:

• في الشكل (ب): تشكلت نواتج المرحلة الكيموضوئية من ز0 - ز1 في وجود الضوء وغياب CO<sub>2</sub> سمح بتثبيت CO<sub>2</sub> وحدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية في وجود CO<sub>2</sub> وغياب الضوء.

• في الشكل (ج): عدم تشكلت نواتج المرحلة كيموضوئية من ز0 - ز1 في غياب الضوء و CO<sub>2</sub> لم يسمح بتثبيت CO<sub>2</sub> في الظلام لعدم تجديد RudiP بسبب تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.

6 - الاستخلاص من هذه الدراسة: تتم عملية التركيب الضوئي في مرحلتين:

• المرحلة الكيموضوئية تتطلب وجود الضوء ومستقبل الإلكترونات إضافة إلى ADP + Pi.

• المرحلة الكيموحيوية تتطلب وجود CO<sub>2</sub> ونواتج المرحلة الكيموضوئية.

## 40 إجابة التمرين

I - 1 - أ - في الفترة الزمنية الممتدة من 0 دقيقة إلى 6 دقائق :

• في الظلام يفسر تناقص كمية الـ O<sub>2</sub> باستهلاكه من طرف الميتوكوندري أثناء حدوث ظاهرة التنفس وعدم حدوث عملية التركيب الضوئي لغياب الضوء.

• في الضوء يفسر استمرار تناقص كمية الـ O<sub>2</sub> باستهلاكه أثناء حدوث الظاهرة التنفس وعدم حدوث ظاهرة التركيب الضوئي لغياب كاشف هيل في الوسط.

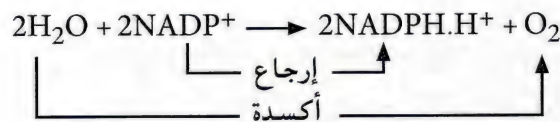
ب - في الفترة الزمنية الممتدة من 6 د إلى 12 د:

• في المجال الزمني من 6 د إلى 10 د: تفسر الزيادة المعتبرة لكمية الـ O<sub>2</sub> في الوسط بحدوث ظاهرتي التنفس والتركيب الضوئي في آن واحد، حدثت هذه الأخيرة عند توفر كل من الضوء وكاشف هيل غير أن شدة التركيب الضوئي (كمية الـ O<sub>2</sub> المحررة) أكبر من شدة التنفس (كمية O<sub>2</sub> المستهلكة).

• في المجال 10 د إلى 12 د: في وجود كاشف هيل يفسر التناقص الطفيف لكمية الـ O<sub>2</sub> من الوسط إلى حدوث التنفس وعدم حدوث ظاهرة التركيب الضوئي لغياب الضوء.

2 - شروط تحرير الـ O<sub>2</sub> في الوسط: توفر كل من الضوء وكاشف هيل (مستقبل الإلكترونات).

3 - أ - التفاعل الإجمالي المرافق لانطلاق الـ O<sub>2</sub> المحفز بالضوء:



ب - الرسم التخطيطي: راجع التمرين 15

II - 1 - تحليل النتائج:

• في وجود الضوء في المجال من ز0 إلى ز450 ثا ثبات نسبة الإشعاع في جزيئات RudiP في حدود 7000 دقة/دقيقة وثبات نسبة الإشعاع في جزيئات APG في حدود 12000 دقة/دقيقة.

• في الظلام في المجال من 450 إلى 500 تناقص سريع في نسبة الإشعاع على مستوى جزيئات RudiP إلى أدنى حد لها وزيادة سريعة في نسبة الإشعاع على مستوى جزيئات APG إلى أن تصل إلى أقصى قيمة لها عند 25000 دقة/الدقيقة.



• في المجال 500 إلى 1900: ثبات في نسبة الإشعاع على مستوى جزئيات RudiP عند قيمة دنيا.  
وتناقص في نسبة الإشعاع على مستوى جزئيات APG إلى أن تصل إلى 20000 وتثبت بعد ذلك.

2 - التفسير:

• في المجال من 0 إلى 450 ثا في وجود الضوء يفسر ثبات نسبة الإشعاع في كل من RudiP و APG بالتوازن الديناميكي أي سرعة البناء تساوي سرعة الهدم.

• في المجال 450 إلى 500 ثا وفي الظلام يفسر تناقص الإشعاع على مستوى RudiP باستهلاكه وعدم تجديده بينما يفسر زيادة في APG بتجديده وعدم استهلاكه لغياب نواتج المرحلة الكيموضوئية (ATP. NADH.H<sup>+</sup>).

3 - العلاقة الموجودة بين كل من RudiP و APG :

• يرتبط تركيب جزئيات الـ APG مباشرة بجزئيات RudiP في وجود CO<sub>2</sub> وتجديد RudiP مرتبط بوجود APG وذلك في وجود نواتج المرحلة الكيموضوئية المتمثلة في الـ ATP والـ NADH.H<sup>+</sup>.

حيث في المجال من 450 إلى 500 في غياب الضوء وفي وجود CO<sub>2</sub> تزداد كمية APG على حساب تناقص RudiP، في المجال 19000 إلى 25000 عند التعريض للضوء من جديد تزداد كمية RudiP ويتزامن ذلك مع تناقص كمية APG وهذا يدل على أن العلاقة بينهما وظيفية ودورية.

III - الرسم : راجع إجابة التمرين 36.

#### 41 إجابة التمرين

أ - العضية هي الصانعة الخضراء وتتم على مستواها ظاهرة التركيب الضوئي.

ب - رسم ما فوق بنية الصانعة الخضراء (الرسم المجاور).

ج - 1 - تحليل الوثيقة : (راجع التمرين 76).



1- غلاف الصانعة. 2- صفحة حشوية.  
3- المادة الأساسية. 4- حبيبة.

• يؤدي سقوط الفوتونات الضوئية على النظام الضوئي PSII إلى تهيج أصبغة المركز التفاعلي P680 فيفقد إلكترونات غني بالطاقة الذي ينتقل عبر سلسلة من النواقل وفق تدرج كمون أكسدة/إرجاع، أثناء هذا الانتقال يضخ أحد النواقل البروتونات إلى داخل الكيسات.

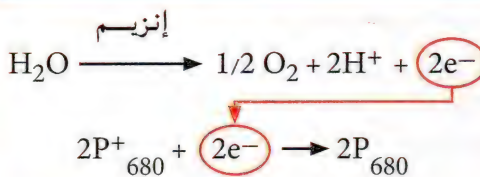
• يؤدي سقوط الفوتونات الضوئية على النظام الضوئي PSI إلى تهيج أصبغة المركز التفاعلي P700 فيفقد إلكترونات غني بالطاقة الذي ينتقل عبر سلسلة أخرى من النواقل الذي يستقبله في النهاية NADP<sup>+</sup> الموجود في الحشوة.

الاستخلاص: تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة/إرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع ويتحرر من ذلك طاقة.

2 - الاستنتاج: تكتسب الأنظمة الضوئية طاقة عند سقوط الفوتونات الضوئية مما يسمح بانخفاض الكمون وإمكانية انتقال الإلكترونات من الماء نحو NADP<sup>+</sup> وخلال هذا الانتقال تضخ البروتونات من الحشوة إلى داخل تجويف الكيس ويتشكل بذلك فرق في تدرج تركيز البروتونات على جانبي الغشاء متسببا في تركيب الـ ATP.

3 - مصير الإلكترونات المتحررة:

• مصير الإلكترونات الماء: تعوض الإلكترونات الماء الكاتيونات الـ PSII المفقودة فيستقر لكي تستمر عملية التركيب الضوئي.

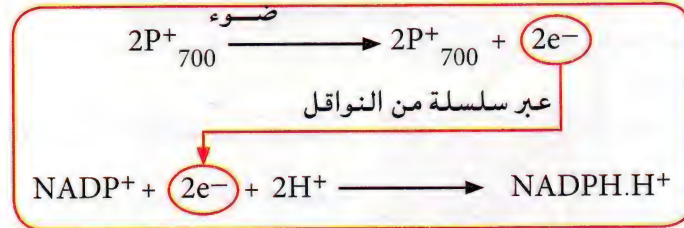




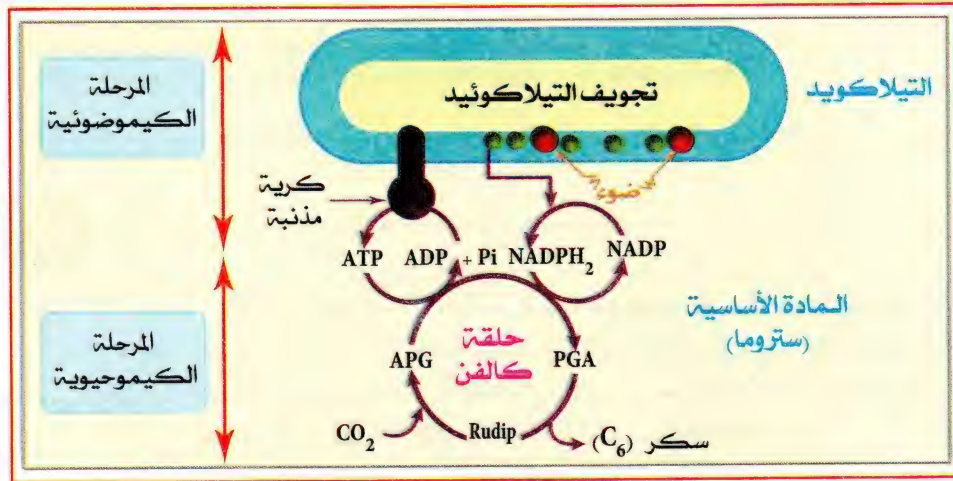
- مصير الإلكترونات المفقودة من PSII: تعوض الإلكترونات الـ PSII الكثرونات الـ PSI المفقودة فيستقر كذلك اي ان PSI يسترجع الكثرونات من PSII عن طريق T3.



- مصير الإلكترونات المتحررة من PSI: ترجع الكثرونات الـ PSI ناقل طبيعي  $NADP^{+}$ .



- 4 - توفر التفاعلات الكيموضوئية حلقة كالفن نواتجها التي تتمثل في  $ATP$  و  $NADPH.H^{+}$ .
- 5 - رسم تخطيطي وظيفي لآليتي التركيب الضوئي. (راجع الصفحة 248)



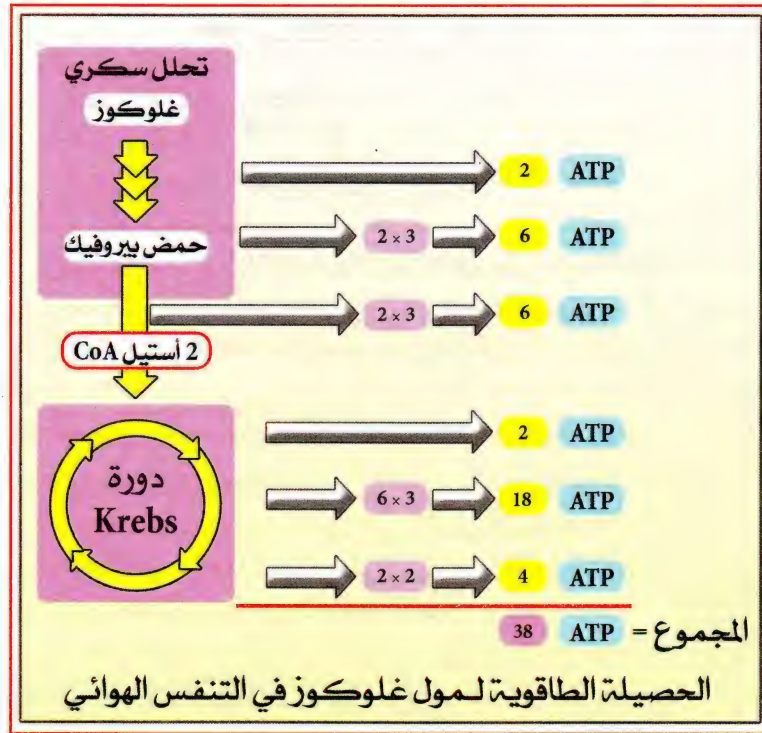
## 42 اجابة التمرين

- 1 - الإسم المناسب لكل مجموعة من التفاعلات:
- التفاعلات 1: التحلل السكري ويتم فيه تحول الجلوكوز إلى حمض البيروفيك.
- التفاعلات 2: تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم (أ) (المرحلة الممهدة لحلقة كريبس) والدخول في حلقة كريبس.
- التفاعلات 3: الفسفرة التأكسدية.
- المقر (المستوى الخلوي) لكل مجموعة.
- 2 - التفاعلات 1: (التحلل السكري) مقرها الهيوليلازم.
- التفاعلات 2: مقرها حشوة الميتوكوندري.
- التفاعلات 3: مقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري.
- 3 - التفاعلات التي تفسر تغير الـ O<sub>2</sub> في الوسط هي حدوث التفاعلات رقم (2) و (3) مع بعضها لأن غياب (2) سيؤدي حتما إلى غياب (3).



- 4 - هوية T : - في التفاعلات (1) هي : 2NAD  
- في التفاعلات (2) هي : 8NAD و 2FAD

5 - أ -



ب - هذه الوثيقة تمثل الحصيلة الطاقوية لمول غلوكوز خلال التنفس الهوائي.

### 43 إجابة التمرين

- 1 - تحليل المنحنى أ : • من 0 - 45 °م ترتفع الشدة التنفسية بإرتفاع درجة الحرارة حيث تصل إلى القيمة المثلى. • بعد 45 °م تنخفض الشدة التنفسية بإرتفاع درجة الحرارة بسرعة لتتعدى 60 °م.
  - 2 - أ - إن منحنى تغيرات الشدة التنفسية ومنحنى التفاعلات الأنزيمية متطابقان (متوازيان) ويفسر ذلك: إن تفاعلات الشدة التنفسية تقوم بها الإنزيمات التي تتأثر نشاطها بدرجة الحرارة.  
ب - (نفس إجابة السؤال "أ" من التمرين (47)).
  - 3 - أ -  $\text{CO}_2 \leftarrow \text{K} \leftarrow \text{P} \leftarrow \text{G}$
- ب - ظهور الإشعاع في حمض البيروفيك يدل على تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك، وظهور الإشعاع في حموض حلقة كربس دلالة على تشكل هذه الحموض من حمض البيروفيك، كما أن انطلاق  $\text{CO}_2$  المشع دلالة على أنها تنشأ من هذه المركبات.
- ج - المرحلة الأولى: خارج الميتوكوندري في الهيلا لوبلازم وهي التحلل السكري.  
المرحلة الثانية: تحدث داخل الميتوكوندري وتمثل بتحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم "أ" (أي المرحلة الممهدة لحلقة كربس) والدخول في حلقة كربس ثم الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

### 44 إجابة التمرين

- أ - في الوسط الهوائي: يدل تلون الميتوكوندري باللون الأخضر على وجود أخضر جانوس في هذا المستوى وفي حالة مؤكسدة.



في الوسط اللاهوائي: عدم ملاحظة اللون الأخضر على مستوى الميتوكوندري يدل على عدم اكسدته.

**ب - 1 -** المقارنة: العضية (س) هي الميتوكوندري.

• خلايا الخميرة في الوسط الهوائي: وجود عدد كبير من الميتوكوندري المتطورة.

• خلايا الخميرة في الوسط اللاهوائي: غياب الميتوكوندري أو وجودها ضامرة.

2 - الفرضية المقدمة: وجود الميتوكوندري وتطورها مرتبط بتهوية الوسط [هوائي أو لا هوائي].

3 - الإستنتاج: الميتوكوندري مقر الأكسدة التنفسية.

**ج - 1 -** البيانات: 1 - غشاء داخلي، 2 - أعراف، 3 - غشاء خارجي، 4 - المادة الأساسية، 5 - ADN ميتوكوندري،

6 - حبيبات إيدارية، 7 - ريبوزومات ميتوكوندري، 8 - حيز بين الغشائين.

2 - الوصف: • يحيط بالميتوكوندري غشائين خارجي وداخلي تمتد منه أعراف إلى الداخل، يفصل بين الغشائين حيز.

• تحتوي مادة الأساس على ريبوزومات، ADN، إنزيمات . . .

3 - الإستنتاج: للميتوكوندري بنية حجيرية أي مقسمة إلى حجيرات والمتمثلة بالحيز الموجود بين الغشائين ومادة الأساس.

**د - 1 -** المقارنة بين الغشائين الداخلي والخارجي للميتوكوندري:

• يحتوي الغشاء الخارجي على 50% بروتينات و 50% دسوم في حين تزداد نسبة البروتين من 50% إلى 80% في الغشاء الداخلي حيث أنه يحتوي على نواقل إلكترونات، وإنزيم ATP synthétase ومضخات البروتونات . . .

• في حين تغيب هذه العناصر في الغشاء الخارجي.

• الإستخلاص: الاختلاف في التركيب الكيميائي يؤدي إلى الاختلاف في الوظيفة.

2 - المقارنة بين الغشاء الداخلي ومادة الأساس:

المكونات	الغشاء الداخلي	المادة الأساسية
حمض البيروفيك	-	+
أستيل مرافق الإنزيم A	-	+
نازعات الهيدروجين	+	+
نازعات الكربوكسيل	-	+
نواقل الإلكترونات	+	-
إنزيم ATP synthétase	+	-
مضخات البروتينات	+	-

+ وجود ، - غياب

الإستخلاص: اختلاف في بنية مكونات كل من الغشاء الداخلي والمادة الأساسية يدل على الاختلاف في الوظيفة.

3 - ما يمكن قوله: عن هذا الاختلاف في التركيب الكيميائي وخاصة فيما يخص نوع البروتينات يحدد نوع الوظيفة التي يقوم بها كل جزء.

**هـ - 1 -** إستخلاص نوع التفاعلين 1، 2: • التفاعل (1): تفاعل أكسدة.

• التفاعل (2): تفاعل إرجاع.

2 - الإستنتاج: تفاعلات ظاهرة التنفس هي تفاعلات أكسدة وإرجاع.

## 45 إجابة التمرين

1 - مصدر كاربون CO<sub>2</sub> المطروح في عملية التنفس و كذلك أوكسجينه من الغلوكوز.

2 - أ - المرحلة س: تتمثل بالتحلل السكري وهي تحدث في التنفس الهوائي والتخمير ومقره الهيالوبلازم.



المرحلة ع : تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم "أ" ثم الدخول في حلقة كريبس ومقره حشوة الميتوكوندري.

المرحلة ص : الفسفرة التأكسدية ومقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

ب - المستوى الخلوي الذي تتم فيه تفاعلات الظاهرة "ب" هو الهياويلبلازم وكذلك تفاعلات الظاهرة "ج".  
ج - الظاهرة أ : التنفس.

التعليل : وجود حلقة كريبس والفسفرة التأكسدية وإستهلاك الـ  $O_2$  لتشكيل الماء.

الظاهرة ب : التخمر اللبني. التعليل : ظهور حمض اللبن.

الظاهرة ج : التخمر الكحولي. التعليل : لظهور الإيثانول و  $CO_2$ .

$$3 - أ - \text{المردود الطاقي للتنفس} : = 100 \times \frac{38 \times 30,5}{2860} = 40,52\%$$

$$\text{المردود الطاقي للتخمر} : = 100 \times \frac{2 \times 30,5}{2860} = 2,13\%$$

ب - أما النسبة الباقية من الطاقة فجزء قليل منها تضع على شكل حرارة والباقي مازالت مخزنة في جزيئتين من الإيثانول (الظاهرة ج) أو جزيئتين من حمض اللبن (الظاهرة ب).

#### اجابة السؤال 46

أ - 1 - فطر الخميرة كائن إختياري يعيش في الوسط الهوائي (وجود  $O_2$ ) واللاهوائي (تخمر غياب  $O_2$ ).  
التعليل: غزارة النمو الفطري على طول خط الزرع بالرغم من أن تركيز الأكسجين يقل كلما إبتعدنا على سطح الوسط المغذي.

2 - تنقص كمية الغلوكوز على طول خط الزرع غير أن هذا النقص يزداد كلما إبتعدنا من سطح الوسط المغذي بإتجاه الداخل.

التعليل: الهدف من هدم الغلوكوز هو الحصول على طاقة تستخدمها الخلايا في أداء مختلف أنشطتها الحيوية (النمو، التكاثر...).

• التنفس الهوائي (هدم كلي للغلوكوز) ينتج كمية كبيرة من الطاقة (38 ATP لكل جزيئة غلوكوز) مقارنة بالتخمر (هدم جزئي) ينتج كمية قليلة من الطاقة (2 ATP لكل جزيئة غلوكوز).

• غير أن النمو الحادث على طول خط الزرع بنفس المعدل وهذا ما يدل على أن هدم الغلوكوز يزداد كلما إبتعدنا من سطح الوسط المغذي من أجل الحصول على القدر الكافي من الطاقة.

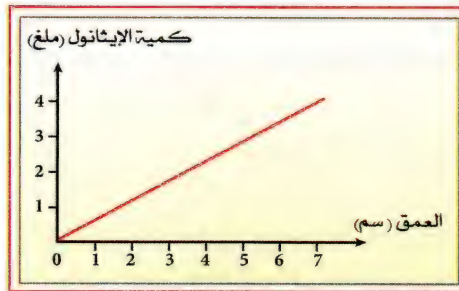
ب - 1 - البيانات: 1- هياويلبلازم، 2- ميتاكوندري نامية، 3- نواة، 4- ميتاكوندري غير نامية (ضامرة).

2 - الخلية الممثلة في الشكل (1) أخذت من المنطقة السطحية (س) أي الوسط الهوائي لوجود عدد كبير من الميتوكوندري النامية.

والخلية الممثلة في الشكل (2) أخذت من المنطقة الداخلية (ص) أي الوسط اللاهوائي لغياب الميتوكوندري تقريبا وضعف نموه.

التعليل: الظروف السائدة على سطح الوسط المغذي هوائية (وجود  $O_2$ ) والظروف السائدة في أسفل الوسط المغذي لاهوائية، (تخمر غياب  $O_2$ ).

ج - 1 - التمثيل البياني:



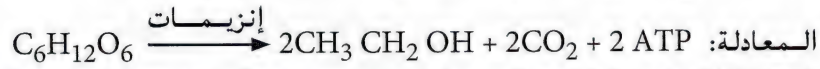


2 - نستنتج : تتوقف كمية المادة المشكلة على العمق، بحيث تزداد كميتها بزيادة العمق (العلاقة طردية).

3 - المادة المشكلة هي : الإيثانول (كحول إيثيلي).

الصبغة الكيميائية :  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  أو  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

الظروف التي أدت إلى تشكلها : قلة (غياب) الأكسجين ( $\text{O}_2$ ).



4 - الدراسة المقارنة : الظاهرة المدروسة هي التنفس بنوعيه (الهوائي واللاهوائي).

التنفس الهوائي	التنفس اللاهوائي (التخمير الكحولي)
النواتج	$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ + طاقة
المقر	الهيالوبلازم والميتوكوندري
الحصيلة الطاقوية	38 جزيئة من الـ ATP
	2 جزيئة من الـ ATP

## 47 إجابة التمرين

أ - تحليل المنحنى :

• الزمن [0] إلى قبل 2 دأ: ثبات نسبة  $\text{O}_2$  تقريبا في الوسط دلالة على عدم إستهلاكه رغم إضافة الجلوكوز عند الزمن 1 = 1 دقيقة إذا الميتوكوندري لا تعمل.

• الزمن [2] دأ: عند إضافة حمض البيروفيك: إنخفاض معتبر لكمية  $\text{O}_2$  في الوسط دلالة على إستهلاكه من طرف الميتوكوندري إذا الميتوكوندري تعمل.

الإستنتاج: مادة الإيض المستعملة من طرف الميتوكوندري هي حمض البيروفيك وليست الجلوكوز.

ب - 1 - تحليل النتائج التجريبية:

• الجدول (أ) : إنتقال الجلوكوز من الوسط الخارجي إلى الهيولي ليتحول هناك إلى حمض البيروفيك، ثم إنتقال هذا الأخير إلى الميتوكوندري ليتحول هناك إلى مركبات أخرى مشتقة ويتم طرح غاز  $\text{CO}_2$  إلى الخارج.

• الجدول (ب) : إنتقال الجلوكوز من الوسط الخارجي إلى الهيولي ليتحول هناك إلى حمض البيروفيك وتحول هذا الأخير إلى مركبات أخرى في الهيولي وتم طرح  $\text{CO}_2$  إلى الخارج.

• الإستخلاص: حمض البيروفيك بوجود غاز  $\text{O}_2$  يدخل الميتوكوندري ويتحول هناك إلى مركبات أخرى وبغيابه يبقى في الهيولي ويتحول هناك إلى مركبات أخرى.

2 - تحديد ظروف الحصول على الجدولين (أ ، ب):

• الجدول (أ): ظروف هوائية لهدم الجلوكوز داخل الميتوكوندري.

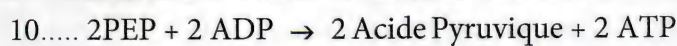
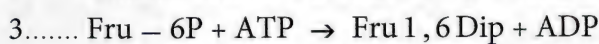
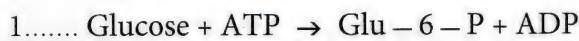
• الجدول (ب): لا هوائية لهدم الجلوكوز خارج الميتوكوندري.

3 - تحديد مصير ومقر تحول البيروفيك في الحالتين:

• في الظروف الهوائية: مصير حمض البيروفيك يدخل الميتوكوندري ويتحول هناك إلى مركبات أخرى.

• في الظروف اللاهوائية: حمض البيروفيك يبقى في الهيولي ويتحول إلى مركبات أخرى (مشتقات أخرى) غير المشكلة في الميتوكوندري.

ج - 1 - تمثيل التفاعلات بمعادلات بسيطة.



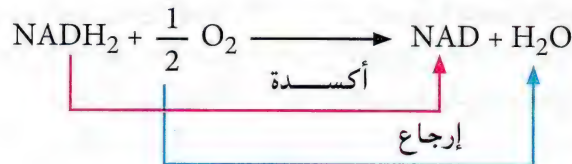


- 2 - إستنتاج نوع التفاعل: • التفاعل (1): إماهة ATP وفسفرة السكر.  
• التفاعل (3): إماهة ATP وفسفرة السكر.  
• التفاعل (6): أكسدة وإرجاع.  
• التفاعل (7): تركيب ATP.  
• التفاعل (10): تركيب ATP.
- 3 - تحديد حصيلة ATP إيجابية أم سلبية: • حصيلة ATP إيجابية.  
• التعليل: تم استعمال 2ATP في الفسفرة.  
• تم إنتاج 4ATP بعد ذلك.  
• الحصيلة: 4ATP - 2ATP = 2ATP
- 4 - معادلة التحلل السكري:



## إجابة التمرين 48

- 1 - المرحلة الأولى المتمثلة بالتحلل السكري تحدث على مستوى الهياوبلازم.  
• المرحلة الثانية المتمثلة بتحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم - أ - (المرحلة الممهدة لحلقة كريبس) تحدث في مستوى حشوة الميتوكوندري.  
• المرحلة الثالثة المتمثلة بحلقة كريبس تحدث في حشوة الميتوكوندري.  
• المرحلة الرابعة المتمثلة بالفسفرة التأكسدية تحدث في مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.
- 2 - هوية T هي  $\text{NAD}^+$  ويتدخل حسب التفاعل التالي:  $\text{NAD}^+ + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{NADH.H}^+$
- 3 - المرحلة المشتركة هي المرحلة الأولى المتمثلة بالتحلل السكري.
- 4 - يستقبل الأكسجين الإلكترونات والبروتونات الناتجة عن أكسدة نواقل الهيدروجين المتمثلة في  $\text{FADH}_2$  والـ  $\text{NADH}_2$  في المرحلة الرابعة وتشكيل الماء.



- 5 - الحصيلة الطاقوية راجع التمرين 42 أو 53

- 6 - المردود الطاقوي : يتمثل في النسبة المئوية من الطاقة الإجمالية لمول غلوكوز والتي تخزن في جزيئات الـ ATP المتشكلة.

الطاقة المخزنة في 38 جزيئة ATP =  $38 \times 30,5 = 1159$  كيلو جول المتشكلة في التنفس الهوائي.

$$\% 40,52 = 100 \times \frac{1159}{2860} = \text{المردود الطاقوي للتنفس}$$

الطاقة المخزنة في جزيئين من الـ ATP المتشكلة في التخمر =  $2 \times 30,5 = 61$

$$\% 2,13 = 100 \times \frac{61}{2860} = \text{المردود الطاقوي للتخمر}$$

نلاحظ أن المردود في التنفس الهوائي أكبر من التخمر لأن التفكك في التنفس الهوائي تام فالطاقة الناتجة كبيرة فالمرود كبير في حين في التخمر التفكك جزئي فالطاقة الناتجة ضعيفة فالمرود ضعيف.



أ - تحليل المنحنى:

- قبل الزمن (t) [قبل إضافة حمض البيروفيك]: ثبات كميتي  $O_2$  و  $CO_2$  تقريبا في الوسط.
- بعد الزمن (t) [بعد إضافة حمض البيروفيك]: نلاحظ تناقص في كمية  $O_2$  دلالة على إستهلاكه من طرف الميتوكوندري.

وتزايد في كمية  $CO_2$  دلالة على تشكله من تحولات حمض البيروفيك.

• الإستنتاج: إمتصاص  $O_2$  وطرح  $CO_2$  دلالة على هدم حمض البيروفيك.

ب - يعتبر هذا التفاعل خطوة تحضيرية للمرحلة اللاحقة (حلقة كريبس) لذا يكتب معها وتسمى بالمرحلة الممهدة لحلقة كريبس.

ج - 1 - نوع التفاعلات:

- التفاعل (1): تفاعل ضم.
- التفاعل (2) و (3): تفاعل نزع كربوكسيل تأكسدية.
- التفاعل (4): تركيب ATP.
- التفاعل (5): تفاعل أكسدة.
- التفاعل (7): تفاعل أكسدة.

2 - عدد جزيئات  $CO_2$  المطروحة خلال الدورة إنطلاقا من جزيئة جلوكوز:

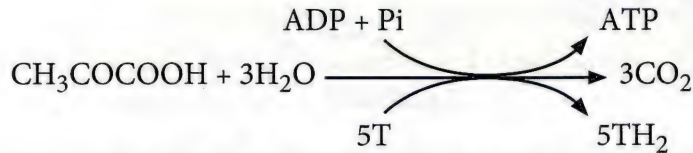
من تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق للإنزيم - أ - جزيئة  $CO_2$   
 من كل حلقة كريبس ..... جزيئتان من  $CO_2$  من كل دورة  
 لدينا دورتان (لدينا جزيئتان من حمض البيروفيك من كل جزيئة غلوكوز) إذا :  $6 CO_2 = 2 \times 3$

3 - عدد المرافقات الإنزيمية المرجعة خلال حلقة كريبس واحدة :

$3 NADPH.H^+$

$1 FADH.H^+$

4 - تلخيص في معادلة بسيطة :



د - الحصيلة الأولية للتحلل السكري وحلقة كريبس إنطلاقا من جزيئة جلوكوز:

• التحلل السكري :  $2ATP \leftarrow ATP$

$2NADH_2 \leftarrow NADH_2$

• حلقة كريبس : من كل جزيئة حمض البيروفيك والخطوة التحضيرية لها :

$1ATP \leftarrow ATP$

$4NADH_2 \leftarrow NADH_2$

$1FADH_2 \leftarrow FADH_2$

$3CO_2 \leftarrow CO_2$

1 - أ - البيانات: 1 - غشاء خارجي للميتوكوندري، 2 - عرف، 3 - حشوة (مادة أساسية)، 4 - الهيوليلازم.

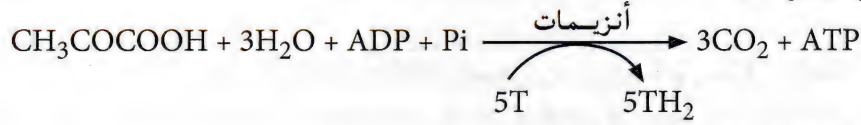
العنصر س: مستوكوندري.

ب - بما ان الخلية غنية بالميتوكوندريات النامية ذات الأعراف المتطورة وهذا دليل على أنها أخذت من الوسط الهوائي.

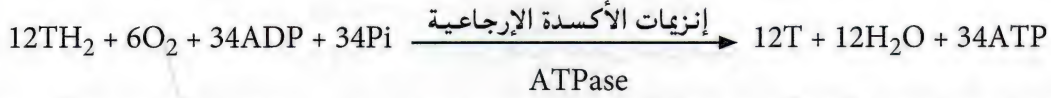
2 - المعادلة :  $2ADP + 6 فوسفات \xrightarrow{C_6H_{12}O_6 + 2 ATP}$



3 - يتم هذا التفاعل على مستوى الهيالوبلازم.  
على مستوى الحشوة (3):



على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري (2):



4 - لأن الإلكترونات الناتجة عن أكسدة TH<sub>2</sub> تنتقل عبر سلسلة من النواقل بتفاعلات الأكسدة والإرجاع إلى أن تصل إلى المستقبل الأخير ألا وهو O<sub>2</sub> لإرجاعه وتشكيل الماء مع البروتونات.

### إجابة التمرين 51

أ - 1 - 1 - جدار خلوي (سيليلوزي)، 2 - غشاء هيولي، 3 - نواة أو غلاف نووي، 4 - هيولي أساسية (هيالوبلازم)، 5 - شبكة هيولية محببة، 6 - فجوة.

2 - التحليل المقارن: • في الوسط (أ): الخلية ذات ميتوكوندري نامية ذات أعراف متطورة.  
• في الوسط (ب): الخلية ذات ميتوكوندري ضامرة ذات أعراف صغيرة.

الإستنتاج: نمو الميتوكوندري يتعلق بطبيعة الوسط الموجودة فيه الخلية.

3 - تحديد طبيعة الوسطين: الوسط (أ): هوائي. الوسط (ب): لا هوائي.

ب - 1 - تفسير نتائج الجدول:

في الوسط (أ): يتم إستعمال O<sub>2</sub> وطرح CO<sub>2</sub> وهذا يدل على قيام الخميرة بعملية التنفس حيث تفككت المادة الأيضية (الجلوكوز) كلياً إلى مواد معدنية لا تحمل أية طاقة (حثالة) وينتج عن ذلك كمية معتبرة من الطاقة تستعمل في تكاثر الخميرة مما يؤدي إلى تزايد كبير في كتلتها.

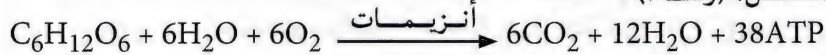
في الوسط (ب): يتم طرح CO<sub>2</sub> دون إستعمال O<sub>2</sub> وتشكل الإيثانول وهذا يدل على قيام الخلية بعملية التخمر الكحولي حيث تفككت المادة الأيضية (الجلوكوز) جزئياً إلى إيثانول مما ينتج عنه كمية ضئيلة من الطاقة الشيء الذي لا يسمح بتزايد كبير في كتلة الخميرة.

2 - مقارنة نسبة نمو الخميرة في الوسطين أ ، ب :

نسبة النمو 0,6 غ / 0,02 غ أي كنسبة 1/30 {  
• في الوسط (أ): نسبة نمو الخميرة عالية.  
• في الوسط (ب): نسبة نمو الخميرة منخفضة.

3 - كتابة المعادلتين:

• معادلة التنفس: (وسط أ)



• معادلة التخمر: (وسط ب)



### إجابة التمرين 52

1 - الاجزاء الأكثر نشاطاً في الميتوكوندري : حسب التركيب الكيميائي لهذه الأجزاء المحدد في الجدول وعلى الخصوص وجود الأنزيمات تكون الأكثر نشاطاً في الميتوكوندري متمثلة في : الغشاء الداخلي، المادة الأساسية.

2 - تفسير غياب الغلوكوز في المادة الأساسية : إن غياب الغلوكوز على مستوى المادة الأساسية في الميتوكوندري يرجع إلى أنه لا يدخل إليها حيث أن الغلوكوز يتحلل سكرياً على مستوى الهيولي معطياً جزيئين من حمض البيروفيك هذا الأخير الذي يعتبر المادة الأيضية الأساسية (للميتوكوندري)

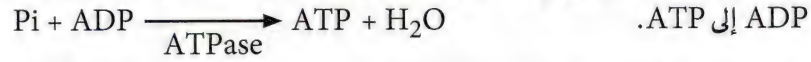


3 - أ - العلاقة التي توجد بين النواقل في المادة الأساسية وإنزيمات الغشاء الداخلي: تتمثل النواقل الموجودة في المادة الأساسية في:

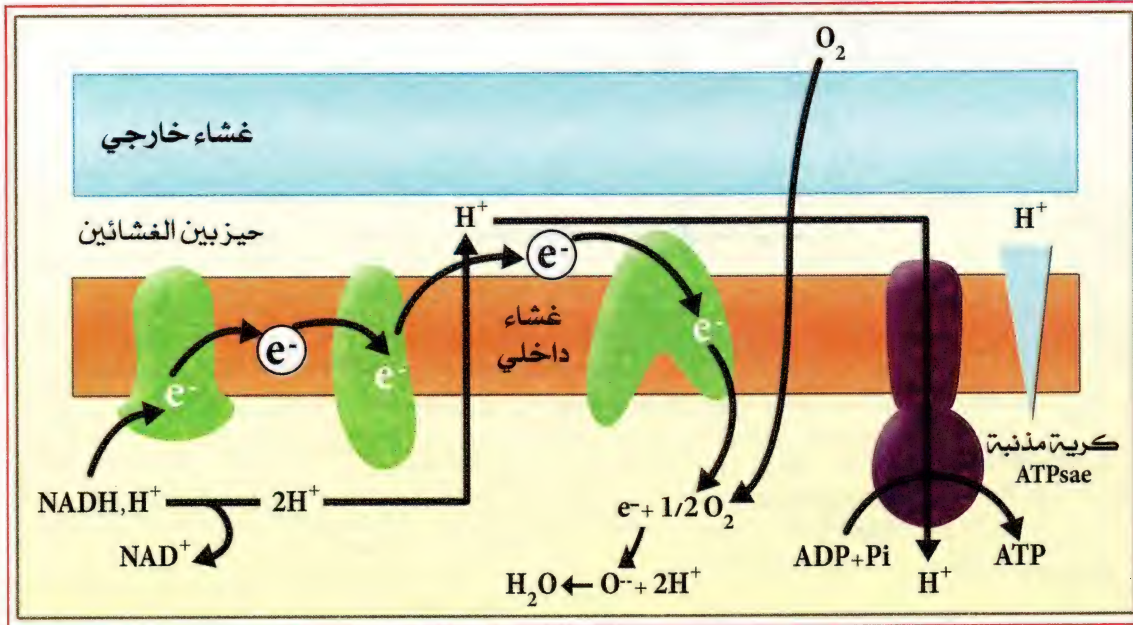
• نواقل مرجعة  $FADH_2$ ,  $NADH.H^+$ .

هذه النواقل تحرر الإلكترونات التي تنتقل عن طريق النواقل المشكّلة للسلسلة التنفسية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري، والتي تنقلها على مستوى المستقبل النهائي المتمثل في  $O_2$ ، في هذه الأثناء يحدث نقل للبروتونات من المادة الأساسية نحو الحيز بين الغشائين مسبباً تراكمها الذي يؤدي إلى تدرج في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء.

• ينجم عن هذا التدرج في التركيز تدفق البروتونات عبر الكريات المذنبة (ATPase) الذي يؤدي إلى فسفرة



ب - إعادة الرسم وكتابة البيانات عليه: (راجع الوثيقة 3 من التمرين 74 أو التمرين 53).



### إجابة التمرين 53

1 - أ - تحديد الآلية الفيزيائية لانتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية:

• إن انتقال الإلكترونات من  $NADH.H^+$  إلى المستقبل النهائي  $O_2$  يكون من كمون أكسدة وإرجاع منخفض ( $-0,32 V$ ) إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع ( $+0,84 V$ ) اذن تحرر طاقة.

2 - التعليل: إنخفاض قيمة PH خارج الميتوكوندري يكون نتيجة إنتقال البروتونات عبر نواقل الإلكترونات والبروتونات (المضخات) إلى خارج الميتوكوندري مسببة زيادة في تركيز البروتونات فإنخفاض قيمة PH الوسط الخارجي.

3 - حساب فرق كمون الأكسدة الإرجاعية:

$$-0,32 V = NADH.H^+$$

$$+0,05 V = T_2$$

• الفرق يتمثل في  $0,37 V$  وهو فرق معتبر، أي أن هناك إنخفاض معتبر في طاقة الإلكترون.

الإستنتاج: هناك تحرير طاقة. فما هو مصير هذه الطاقة؟

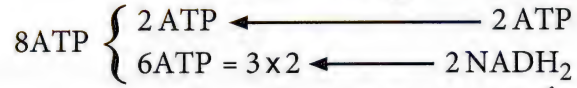
4 - فيما تستعمل الطاقة السابقة؟ تستغل الطاقة المحررة في إخراج البروتونات عكس تدرج التركيز (نقل فعال).

5 - تحديد المستقبل الأخير للإلكترونات: المستقبل الأخير في السلسلة التنفسية هو  $O_2$ .

6 - البيانات: 1 - حيز بين الغشائين، 2 - الغشاء الداخلي، 3 - معطى الإلكترونات، 4 - الحشوة.

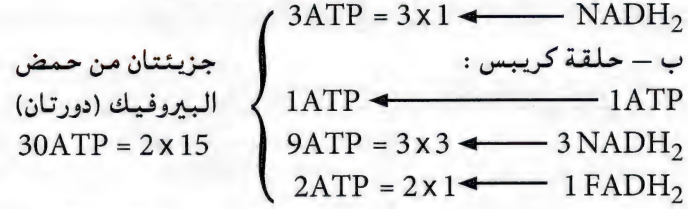


## ب - التحلل السكري :



الأكسدة الخلوية :

أ - من حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الإنزيم (أ) :



المجموع = 38ATP

ج - 1 - عنوان الوثيقة : مخطط مراحل آلية التنفس إهدم الجلوكوز في الوسط الهوائي .

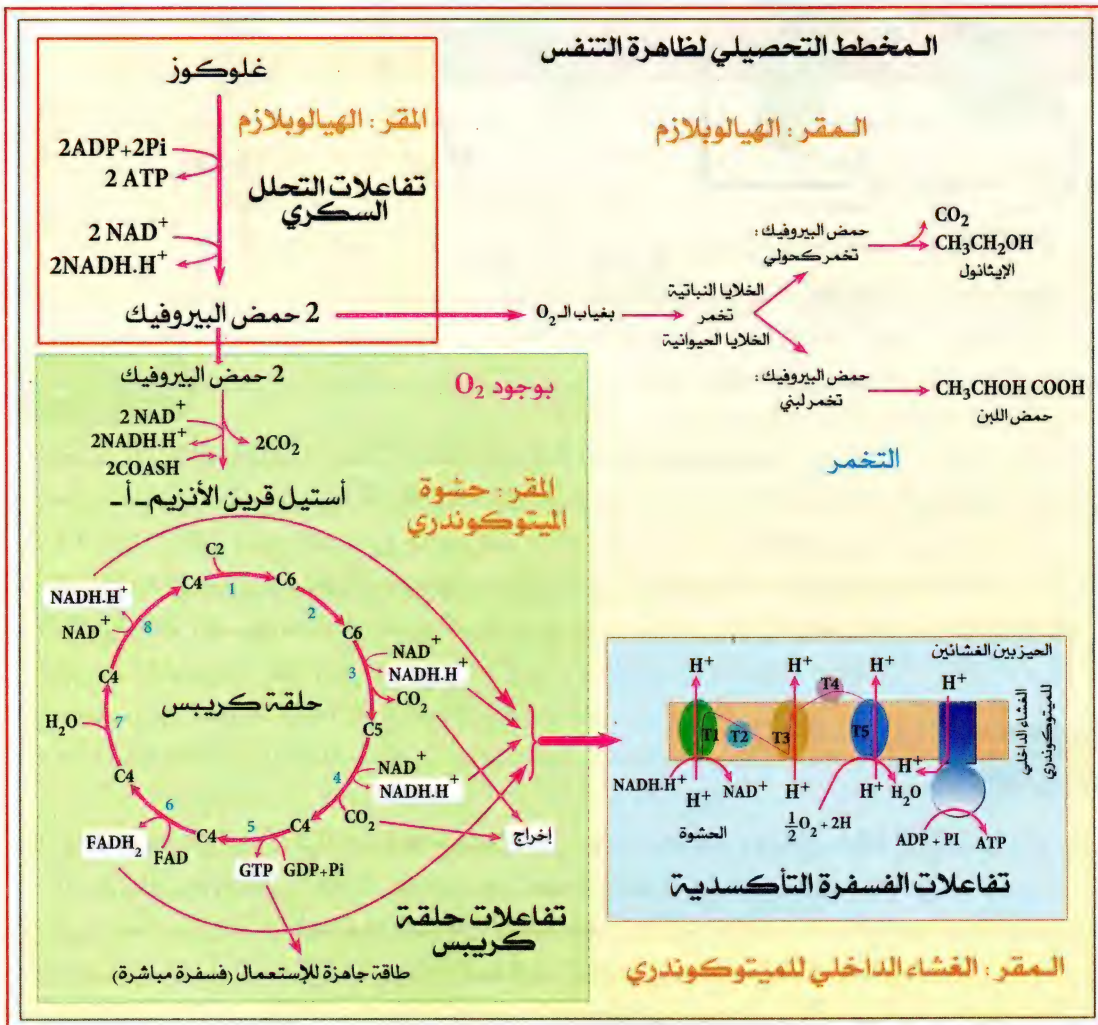
2 - البيانات المرقمة : 1 - جاوكوز ، 2 - حمض البيروفيك ، 3 -  $\text{NADH.H}^+$  ، 4 - ATP ، 5 -  $\text{CO}_2$  ، 6 -  $\text{FADH}_2$  ، 7 -  $\text{O}_2$  ، 8 -  $\text{H}_2\text{O}$

3 - التعرف على الأحرف :

أ - التحلل السكري .

ب - حلقة كريبس وتوجد بين أ ، ب المرحلة الممهدة لحلقة كريبس .

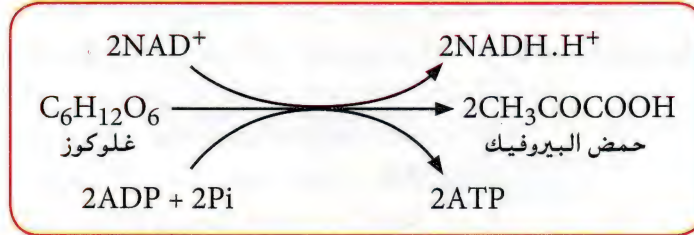
ج - الفسفرة التأكسدية .





- 1 - نستخلص أن الميتوكوندريا هي مقر الأكسدة الخلوية.
- 2 - نستنتج أن فسفرة الغلوكوز شرط أساسي لتحليل الغلوكوز داخل الخلية:  

$$\text{غلوكوز} - 6 - \text{فوسفات} + \text{ADP} \rightarrow \text{غلوكوز} + \text{ATP}$$
- 3 - يفسر بأن الغلوكوز تفكك إلى سكرين ثلاثيين ثم حصل لهما أكسدة بغياب الأكسجين (هدرجة) فتحولا إلى جزيئين من حمض اللبن. لكن حمض اللبن لا يمثل المرحلة النهائية لجميع الخلايا بل يقتصر على الخلايا الحيوانية فقط. أما المركب النهائي الذي تشترك فيه جميع الخلايا هو حمض البيروفيك الذي يتشكل كيميائي:



4 - أ -

رقم التجربة	الشروط التجريبية
1	نستنتج أن مصدر كاربون $\text{CO}_2$ المنطلق في عملية التنفس هو كاربون المادة العضوية.
2	أن مصدر أوكسجين غاز الفحم المنطلق في عملية التنفس هو أوكسجين المادة العضوية ومصدر آخر.
3	أن مصدر أوكسجين غاز الفحم المنطلق في عملية التنفس هو أوكسجين المادة العضوية وأوكسجين ماء الوسط.
4	أن مصدر أوكسجين الماء المطروح هو الأوكسجين الممتص في عملية التنفس.
5	أن مصدر الهيدروجين الذي يدخل في تركيب الماء المطروح في عملية التنفس هو المادة العضوية ومصدر آخر. مصدر أوكسجين الماء هو أوكسجين الوسط.
6	أن مصدر الهيدروجين الذي يدخل في تركيب الماء المطروح في عملية التنفس هو المادة العضوية وماء الوسط (الماء الداخل في تفاعلات تحول حمض البيروفيك إلى استيل قرين الإنزيم أو حلقة كريبس).
7	تؤكد أن مصدر H الماء المتشكل في التنفس هو H كل من مادة الأيض وماء الوسط.

ب - المعادلة الاجمالية للتنفس الهوائي:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + 38 \text{ATP}$   
 مقر الظاهرة هي: الهيالوبلازم والميتوكوندري (المادة الاساسية والغشاء الداخلي).

- أ - من [0 - 200] ثا: نلاحظ تناقص في كمية  $\text{O}_2$  مع زيادة في كمية  $\text{CO}_2$  وثبات كمية الإيثانول (حدوث ظاهرة التنفس). بعد [200] ثا: عند نفاذ كمية الـ  $\text{O}_2$  نلاحظ بداية تشكل الإيثانول وزيادة في كميته مع إستمرار زيادة في كمية  $\text{CO}_2$  [تخمير كحولي].
- الإستنتاج: في غياب الـ  $\text{O}_2$  تقوم الخميرة بالتخمير الذي يؤدي إلى إنطلاق غاز  $\text{CO}_2$  وتشكل الإيثانول (نواتج التخمر).
- ب - 1 - تحليل نتائج التجربة :
  - بزيادة كتلة الخميرة (تكاثر الخميرة) ← قلت شفافية الوسط بشكل كبير ← الطاقة المتحررة كانت كبيرة.
  - الزيادة الطفيفة في كتلة الخميرة (تكاثر ضعيف) ← قلت شفافية الوسط بشكل طفيف ← الطاقة المتحررة كانت قليلة.



أو:

- الوسط اللاهوائي: إنخفاض طفيف في شفافية الوسط يرجع إلى الزيادة الطفيفة في كتلة الخميرة (تكاثرت ضعيف) يدل على تحرر كمية قليلة من الطاقة.
- الوسط الهوائي: إنخفاض معتبر في شفافية الوسط يرجع ذلك إلى الزيادة المعتبرة في كتلة الخميرة (تكاثرت نشيط) يدل ذلك على تحرر كمية كبيرة من الطاقة.
- الإستنتاج: - المردود في الوسط الهوائي عالي.
- المردود في الوسط اللاهوائي ضعيف.

2 - المقارنة بين تطور الخميرة في الوسطين:

- تطور الخميرة في الوسط الهوائي بشكل معتبر ... لأن الطاقة الناتجة كبيرة .
- تطور الخميرة في الوسط اللاهوائي بشكل ضعيف ... لأن الطاقة الناتجة ضعيفة.

**ج -** كمية الطاقة: • تتشكل من كل جزيئة جلوكوز أثناء التنفس: 38ATP

• تتشكل من كل جزيئة جلوكوز أثناء التخمر: 2ATP

المردود الطاقوي: 1 مول من الجلوكوز يحمل طاقة = 2860 kj

1 مول من ATP يحمل طاقة = 30,5 kj

$$\text{المردود الطاقوي للتنفس} = \frac{38 \times 30,5}{2860} = 40,5\%$$

$$\text{المردود الطاقوي للتخمر} = \frac{30,5 \times 2}{2860} = 2,1\%$$

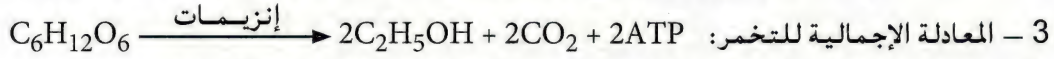
المردود الطاقوي للتنفس عالي لان نواتج التخمر المتمثلة بجزيئتين من الايثانول ما زالت تحمل طاقة عالية (التفكك جزئي) عكس نواتج التنفس التي لا تحمل أية طاقة (التفكك تام).

**د - 1** - كيفية تجديد نواقل الهيدروجين خلال التخمر: لإستمرار عملية التحلل السكري لابد من تجديد نواقل

الهيدروجين (المرافقات الإنزيمية) لتكوين ATP وذلك بإرجاعها للإيثانال إلى الإيثانول.

2 - المقارنة: في التنفس: يتم ذلك خلال الفسفرة التأكسدية بوجود غاز الـ  $O_2$  في الوسط.

في التخمر: يتم ذلك بإرجاع الأسيتالدهيد (الإيثانال) إلى إيثانول في الهيليون دون تدخل الـ  $O_2$ .



**هـ - 1** - عنوان الوثيقة: مراحل هدم الجلوكوز في الوسط اللاهوائي [التخمر الكحولي].

2 - بيانات الوثيقة: 1 - جلوكوز، 2 - حمض البيروفيك، 3 -  $NADH.H^+$ ، 4 - ATP، 5 -  $CO_2$ ، 6 - إيثانول.

3 - التعرف على الحرفين: أ - التحلل السكري.

ب - أكسدة النواقل لإرجاع الإيثانال إلى إيثانول (تخمر كحولي).

## إجابة التمرين 56

**1 - أ** - تفسير حمض اللبن في الدم. يظهر حمض اللبن في الدم عند القيام بجهد عضلي، ويزداد بزيادة الجهد المبذول، رغم توفر كمية معتبرة من  $O_2$ .

يفسر ذلك بأن قابلية العضلة لإستهلاك  $O_2$  تزداد بزيادة الجهد إلى حد معين، تصبح بعده غير قادرة على إستهلاك كميات أكبر، رغم زيادة الجهد المبذول، لذا يزداد تشكل حمض اللبن نتيجة التخمر بهدف توفير مزيد من الطاقة.

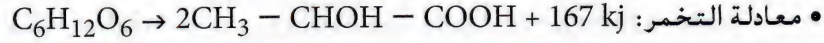
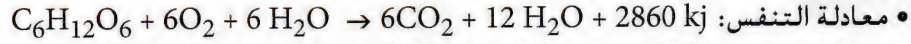
ب - \* إستنتاج الظاهرتين مع التعليل: عندما يكون الجهد المبذول أقل من 68 كيلوجول / تحدث ظاهرة التنفس. التعليل: وجود آثار قليلة فقط من حمض اللبن.

عندما يكون الجهد المبذول 68 كيلوجول / دما فوق، تحدث ظاهرتي التنفس والتخمر.

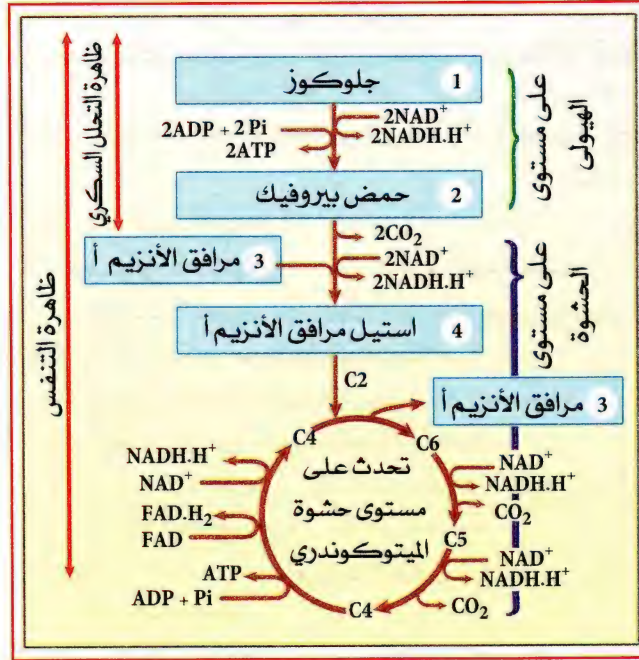
التعليل: تزايد كمية حمض اللبن بزيادة الجهد.



\* التعبير عن الظاهرتين بمعادلتين :



2 - أ - إتمام المخطط:



ب - تحديد موقع الظاهرتين: لاحظ الرسم.

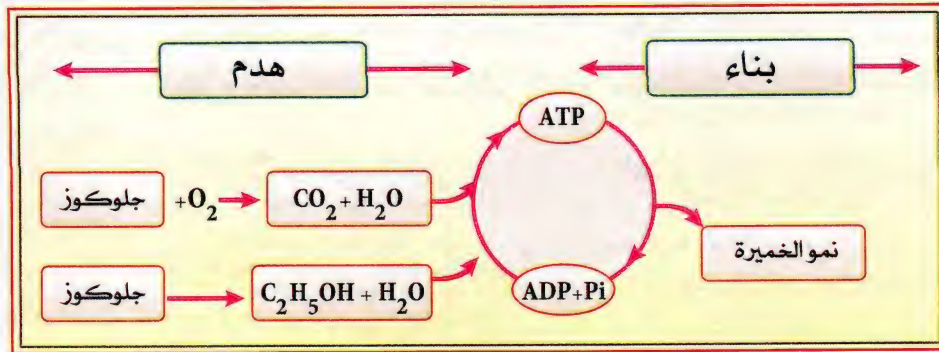
3 - أ - تفسير النتائج المحصل عليها:

- المرحلة 1: عدم تشكل الـ ATP يفسر بغياب الطاقة لعدم وجود تدرج في تركيز  $H^+$  بين الوسطين أ و ب.
- المرحلة 2: تشكل الـ ATP دليل على توفر الطاقة ويفسر ذلك بوجود تدرج في تركيز  $H^+$  يسمح بتدفق البروتونات عبر الكريات (ج).
- المرحلة 3: عدم تشكل الـ ATP رغم وجود تدرج في التركيز يفسر بوجود مادة مثبطة للنشاط الإنزيمي.
- المرحلة 4: عدم تشكل الـ ATP يفسر بغياب الـ  $Pi + ADP$  الضروريان لتشكيل الـ ATP.
- المرحلة 5: عدم تشكل الـ ATP يفسر بنفاذية الغشاء للبروتونات فلا يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات، فلا تخرج عبر الكريات المذبذبة، لذا لا تتوفر الطاقة اللازمة لتركيب الـ ATP.

ب - شروط حدوث الآلية الطاقوية (تركيب الـ ATP) :

- وجود تدرج في تركيز الـ  $H^+$ .
- توفر الـ  $Pi + ADP$ .
- عدم نفاذية الغشاء للبروتونات (سلامة الغشاء).
- وجود نشاط إنزيمي.

4 - أ - رسم المخطط بعد إتمامه:





ب - أهمية العامل الوسيط (ATP): تتطلبها كل النشاطات الخلوية منها:

- تركيب الجزيئات العضوية.
- الحركات الخلوية المختلفة.
- النقل الغشائي.

ولمواصلة هذه النشاطات يتطلب تجديد دوري للطاقة على شكل ATP.

## إجابة التمرين 57

I - 1 - الشكل "أ": ما فوق بنية الميتوكوندري.

الشكل "ب": جزء تفصيلي لأحد الأعراف (جزء لما فوق بنية الغشاء الداخلي للميتوكوندري).

الشكل "ج": رسم تخطيطي للغشاء المضاعف (غلاف) للميتوكوندري (غشاء داخلي وغشاء خارجي).

2 - يحاط الميتوكوندري بغلاف يتكون من غشائين بينهما حيز.

يرسل الغشاء الداخلي أعرافا عرضية وتوجد عليه كريات مذنبة.

يشغل الحيز الداخلي للميتوكوندري مادة أساسية (الحشوة).

3 - • بيانات الشكل (ج): 1- غشاء خارجي، 2- حيز بين الغشائين، 3- غشاء داخلي، 4- دسم فوسفوري،

5- بروتين ضمني، 6- كرية مذنبة.

• المقارنة بين 1 و 3: يتميز الغشاء الداخلي عن الخارجي بوجود نسبة عالية من البروتينات، إضافة إلى وجود الكريات المذنبة.

• تفسير أوجه الاختلاف: الغنى بالبروتينات: الغشاء الداخلي مقر لتفاعلات أنزيمية ومتعددة.

- الكريات المذنبة: تلعب دور الـ ATPase (الأنزيم المركب للـ ATP).

II - 1 - • المقارنة: الشكل م1: تواجد أعداد كبيرة من الميتوكوندري بحجم كبير وأعراف نامية.

الشكل م2: تواجد عدد قليل من الميتوكوندري بأعراف ضامرة وحجم صغير.

• الإستخلاص: الشكل م1: مأخوذ من الوسط الهوائي (تنفس).

الشكل م2: مأخوذ من الوسط اللاهوائي (تخمير).

2 - تحليل نتائج نمو الخميرة في الوسطين:

- في الوسط م1: إستهلاك كبير للجلوكوز، يقابله نمو معتبر للخميرة خلال مدة زمنية قصيرة نسبيا.

- في الوسط م2: إستهلاك ضعيف للجلوكوز، يقابله نمو قليل للخميرة خلال مدة زمنية طويلة نسبيا.

3 - التحليل المقارن للمنحنين م1، م2: يمثل المنحنيان م1، م2 تطور نمو الخميرة في الوسطين م1، م2 خلال نفس

المدة الزمنية، حيث يلاحظ إختلاف في كتلة الخميرة المتشكلة.

- من 0 - 0,5 سا: نمو الخميرة في الوسطين م1، م2 متماثل تقريبا.

- يكون النمو معتبرا في الوسط م1 مقارنة بـ م2.

- من 0,5 - 2,5 سا: إستمرار تزايد نمو الخميرة في الوسط م1 يقابله إستقرار (ثبات) في نمو الخميرة في الوسط م2.

4 - تفسير العلاقة بين نمو الخميرة وبنيتها:

- في الوسط (م1): نمو معتبر للخميرة يدل على توفر طاقة كبيرة، ويفسر توفر الطاقة بتواجد أعداد كبيرة

من الميتوكوندري النامية.

- في الوسط (م2): نمو ضعيف للخميرة يدل على إنتاج كمية قليلة من الطاقة، لقلة الميتوكوندري

وضمورها.

5 - الإستخلاص: تتكيف الخميرة مع الوسط الذي تعيش فيه بطريقة إستهلاك الجلوكوز لإنتاج الطاقة اللازمة

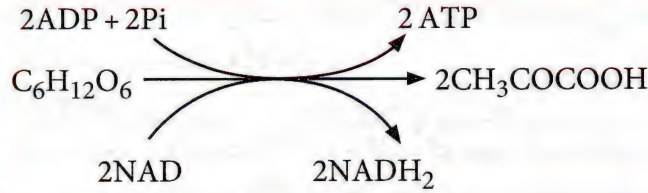
للنمو، حيث:

- في وجود  $O_2$  تقوم بوظيفة التنفس للحصول على الطاقة.

- في غياب  $O_2$  تقوم بوظيفة التخمر للحصول على الطاقة.

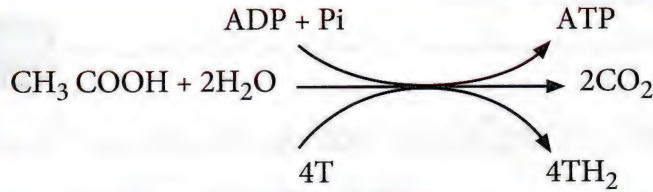
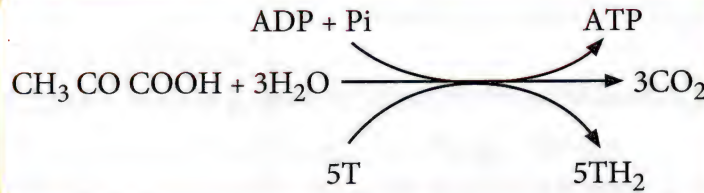


- 1 - أ - المقر الخلوي لـ : التحلل السكري هو الهياوليلازم.  
 المقر الخلوي لـ : حلقة كريبس هو حشوة الميتوكوندري.  
 المقر الخلوي لـ : الفسفرة التأكسدية هو الغشاء الداخلي للميتوكوندري.  
 ب - عدد جزيئات الـ ATP = 38 جزيئة.  
 عدد جزيئات الـ CO<sub>2</sub> = 6 جزيئات.  
 ج - المعادلة الاجمالية لكل تفاعل:



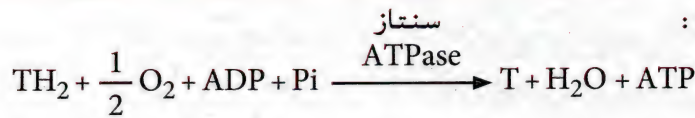
التحلل السكري

تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الإنزيم - أ - والدخول في حلقة كريبس :



أو حلقة كريبس لوحدها :

الفسفرة التأكسدية :



- 2 - في الحالة الأولى : يلاحظ إرتفاع لتركيز البروتونات H<sup>+</sup> في الوسط مباشرة بعد إضافة الـ O<sub>2</sub> إلى أن تصل قيمة عظمى ثم ينخفض تدريجيا.  
 - الحالة الثانية : يلاحظ إرتفاع لتركيز H<sup>+</sup> في الوسط مباشرة بعد إضافة الـ O<sub>2</sub> إلى أن تصل إلى قيمة عظمى ثم تنخفض بصورة تدريجية ولكن إضافة FCCP يؤدي إلى إنخفاض سريع لهذا التركيز ليعود إلى قيمته الأصلية.  
 الإستنتاج : يقوم الغشاء الداخلي بنقل سريع للبروتونات عكس تدرج التركيز من الحشوة إلى الحيز الموجود بين الغشائين بتدخل نواقل البروتونات.  
 • يسمح الغشاء الداخلي بنقل بطيء للبروتونات من الحيز إلى الحشوة رغم الإختلاف الكبير في التركيز.  
 إذن الغشاء الداخلي لا يسمح بدخول البروتونات إلى الحشوة إلا على مستوى الكريات المذنبية.  
 3 - من أهم شروط تركيب الـ ATP هو وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات فلا يتم تشكيل الـ ATP عند إضافة الـ FCCP نظرا لعدم تكوين فرق في تدرج البروتونات وذلك لتشكيل الثقوب.  
 4 - رسم تخطيطي للفسفرة التأكسدية : (راجع التمرين 53 الوثيقة (1))



أ - دور الغشاء: نقل الإلكترونات.

دور الجزء المنفصل (F<sub>1</sub>) من الإنزيم: تركيب ATP.

ب - 1 - تحليل منحني الوثيقة:

- قبل إضافة الـ O<sub>2</sub> : PH الوسط ثابتة عند القيمة 7 إذا ثبت تركيز البروتونات.
- بعد إضافة الـ O<sub>2</sub> : إنخفاض سريع لقيمة PH من 7 إلى 1 إذا زيادة في تركيز البروتونات في الوسط ثم العودة التدريجية إلى PH الأصلي (7).
- بعد إعادة إضافة الـ O<sub>2</sub> : إنخفاض سريع لقيمة PH إلى 1 ثم العودة التدريجية وأثناء العودة وعند حقن DNP نلاحظ العودة السريعة لقيمة PH إلى (7).

2 - تأثير كل من O<sub>2</sub> و DNP:

- إضافة O<sub>2</sub> : يسبب إنخفاضاً لقيمة PH خارج الميتوكوندري أي زيادة في تركيز البروتونات.
- إضافة DNP : يسبب ارتفاعاً لقيمة PH خارج الميتوكوندري أي أنها تساهم في تخفيض تركيز H<sup>+</sup> في الخارج.
- 3 - التعليل: تعليل إنخفاض قيمة PH خارج الميتوكوندري ثم العودة إلى قيمتها الأصلية بنفاذية الغشاء الداخلي وليس الخارجي الذي يتميز بنفاذيته لمعظم الجزيئات الصغيرة.
- 4 - المقارنة:

- زمن العودة بغياب DNP بطيئة.
- زمن العودة بوجود DNP سريعة.

التفسير: DNP يقوم بإدخال البروتونات بسرعة من الخارج إلى الداخل.

ج - شروط تركيب ATP: • وجود فارق في تركيز البروتونات (فرق في قيمة PH).

• وجود الكرات المذبذبة (إنزيم ATP synthétase).

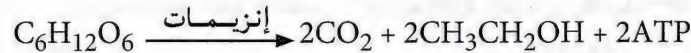
I - 1 - إن الخميرة تستمد الطاقة الضرورية لتكاثرها من تحول السكر إلى الإيثانول فنلاحظ تناقص في نسبة السكر مع تزايد في عدد خلايا الخميرة وكمية الإيثانول.

- وعندما تنخفض نسبة السكر فتتخفف كمية الطاقة الناتجة فتتخفض عدد خلايا الخميرة.

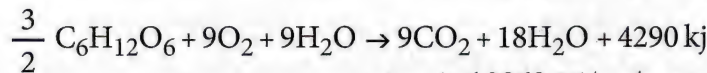
2 - تستمد الخميرة الطاقة الضرورية لحياتها في الظروف اللاهوائية بالتخمير الكحولي.

- التعليل: الوسط لا هوائي (غياب الـ O<sub>2</sub>) وتشكل الإيثانول.

3 - المعادلة الغجمالية للتخمير الكحولي :



II - 1 - الطاقة الإجمالية الناتجة المتحررة:



1 مول سكر عنب يعطي طاقة 2860 كيلوجول

1.5 مول سكر عنب يعطي 4290 = 1,5 x 2860 كيلوجول

2 - الطاقة المتحررة الخاصة بالنشاطات الحيوية للخلية (ATP) = 29,5 x (19 + 38) = 1681,5 كيلوجول.

3 - المردود الطاقي التنفسي:  $\frac{38 \times 29,5}{2860} \times 100 = 43,3 \%$



- I - 1** - البيانات: 1- جدار سليلوزي. 2- نواة. 3- شبكة هيولية. 4- فجوة عصارية. 5- غشاء خارجي للميتوكوندري. 6- غشاء داخلي للميتوكوندري. 7- مادة أساسية. 8- عرف. 9- ريبوزوم. 10- ADN. س- ميتوكوندري. ع- هيولي أساسية.
- 2 - التحليل المقارن لشكلي الوثيقة (1):
- على مستوى الخلايا (أ)، الموضوع في الوسط الهوائي: يلاحظ تواجد ميتوكوندريات نامية ذات أعراف متطورة وعديدة.
  - على مستويات الخلايا (ب)، الموضوع في الوسط اللاهوائي: يلاحظ تواجد عدد قليل من الميتوكوندريات الغير نامية ذات أعراف ضامرة.
- 3 - تفسير تلون (س)، في الوثيقة (1):
- يدل تلون الميتوكوندري باللون الأخضر في الخلية (أ) على تواجد أخضر جانوس في هذا المستوى وفي حالة مؤكسدة.
  - عدم ملاحظة اللون الأخضر على مستوى الميتوكوندري في الخلية (ب) يعود إلى عدم أكسدته.
- 4 - العلاقة بين إجابة السؤالين 2، 3:
- في الوسط الهوائي: تكون الميتوكوندريات متطورة، وتتم على مستواها تفاعلات الأكسدة الخلوية.
  - في الوسط اللاهوائي: تكون الميتوكوندريات غير متطورة، ولا تتم على مستواها تفاعلات الأكسدة الخلوية.
- II - 1** - تحليل النتائج :
- في الوسط الهوائي: إستهلاك كلي للسكر من طرف الخميرة، في مدة زمنية قصيرة (9 أيام، وتشكل كتلة كبيرة من الخميرة.
  - في الوسط اللاهوائي: إستهلاك ضعيف للسكر من طرف الخميرة، في فترة زمنية طويلة (3 أشهر)، وتشكل كتلة صغيرة من الخميرة.
- 2 - العلاقة بين كتلة الخميرة وكمية السكر المستهلكة :
- زيادة كتلة الخميرة في الوسط تدل على تكاثر خلايا الخميرة وهو نشاط خلوي مستهلك للطاقة (ATP).
  - وإستهلاك كميات معينة من السكر هو نشاط منتج للطاقة (ATP).
  - لذا فكميات الـ ATP الناتجة من إستهلاك السكر تستغل في تكاثر الخلايا، وبالتالي زيادة كمية الخميرة في الوسط.
- 3 - المعلومات المستخلصة والمكملة للإجابة في الفرع I - 4 :
- يتم تشكيل كميات معتبرة من الطاقة (ATP) بإستهلاك كميات كبيرة من السكر عند خلايا الخميرة في الوسط الهوائي بحدوث الأكسدة الخلوية على مستوى الميتوكوندري هذا الأخير الذي يكون متطورا.
  - يتم تشكيل كميات قليلة من الطاقة (ATP) بإستهلاك كميات قليلة من السكر، عند خلايا الخميرة في الوسط اللاهوائي، لذا تكون كتلة الخميرة المتشكلة قليلة بسبب عدم حدوث الأكسدة الخلوية على مستوى الميتوكوندري الذي يكون غير متطورا.

- 1 -** قبل (ز1) أي قبل إضافة الغلوكوز نلاحظ ثبات في تركيز الـ  $O_2$  في الوسط.
- بعد (ز1) أي بعد إضافة الغلوكوز نلاحظ إنخفاض في تركيز الـ  $O_2$  في الوسط.
- التفسير: • قبل (ز1) أي قبل إضافة الغلوكوز: إنعدام مادة الأيض (الغلوكوز) فانعدام التفاعلات التنفسية رغم وجود الـ  $O_2$  حيث لا يستهلك هذا الأخير.
- بعد (ز1) أي بعد إضافة الغلوكوز: توفرت مادة الأيض وبوجود الـ  $O_2$  تنطلق التفاعلات التنفسية فينقص تركيز الـ  $O_2$  في الوسط.





3 - أ - رسم تخطيطي للميتوكوندري مع البيانات راجع التمرين 44 أو إجابة التمرين 72.

ب - من 0 إلى قبل 2 : يبقى تركيز الـ  $\text{O}_2$  ثابتا في الوسط قبل وبعد إضافة الغلوكوز مما يدل على عدم إستهلاكه من قبل الميتوكوندري إذا الميتوكوندري لا تعمل.

• بعد إضافة حمض البيروفيك في 2: نلاحظ تناقص معتبر لكمية الـ  $\text{O}_2$  في الوسط دلالة على إستهلاكه من قبل الميتوكوندري إذا الميتوكوندري تعمل.

الإستنتاج: لا تستطيع الميتوكوندري إستخدام الغلوكوز مباشرة كمادة أيضية و لكنها قادرة على إستعمال حمض البيروفيك.

• لا بد إذا من تحويل الغلوكوز إلى حمض البيروفيك قبل إستخدامها من قبل الميتوكوندري أو لتتمكن الميتوكوندري من إستخدامها.

4 - أ - إن الاختلاف في البنية يدل على الإختلاف في الوظيفة فإرتفاع نسبة البروتينات في الغشاء الداخلي دلالة على أن نشاط هذا الغشاء أكبر من نشاط الغشاء الخارجي.

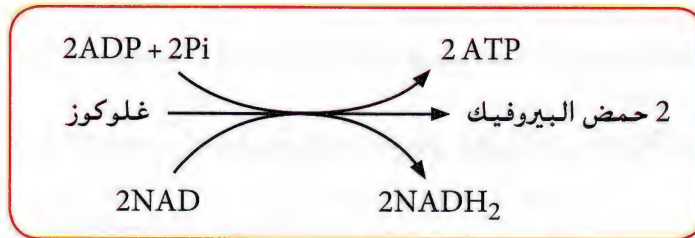
ب - نعم.

• غياب الغلوكوز في الحشوة دلالة على أنه ليس مادة أيضية مباشرة للميتوكوندري.

• وجود حمض البيروفيك في الحشوة يدل على أنه المادة الأيضية المستهلكة من قبل الميتوكوندري.

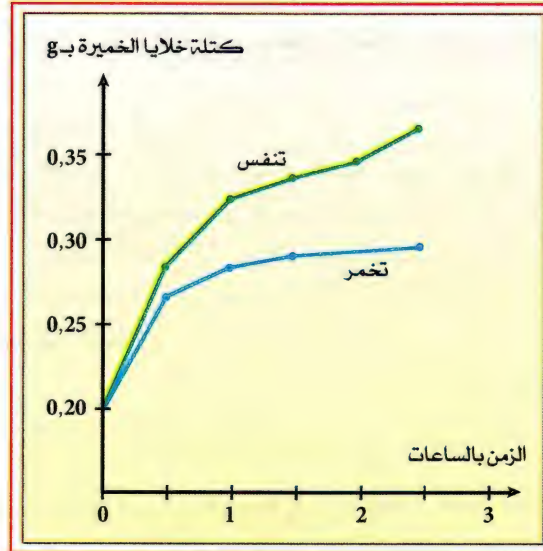
• وجود الغلوكوز و حمض البيروفيك في الهيالوبلازم دلالة على تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك فيها قبل إستعماله من قبل الميتوكوندري.

ج -



يطلق على هذه التفاعلات بالتحلل السكري.

5 - أ -



ب - الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة 1 هي : التنفس الهوائي

الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة 2 هي : التخمر الكحولي

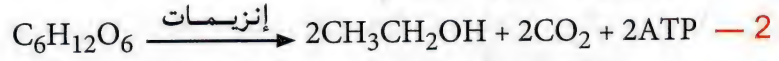
ج - في العينة 1 أي التنفس الهوائي ← التفكك تام ← الطاقة الناتجة كبيرة زيادة معتبرة في كتلة الخميرة.

في العينة 2 أي التخمر ← التفكك جزئي ← الطاقة الناتجة ضعيفة زيادة طفيفة في كتلة الخميرة.



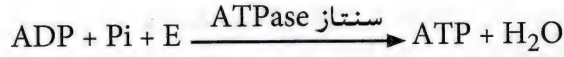
1 - مصدر كل من  $CO_2$  والإيثانول هو الغلوكوز

إسم الظاهرة: التخمر الكحولي



3 - يحتوي السائل على كل العناصر التي توفر شروط حدوث الظاهرة مثل: الإنزيمات،  $ATP$ ،  $ADP$ ،  $Pi$  ...

4 - أ - ترتبط  $Pi$  بالـ  $ADP$  بوجود طاقة وتشكل الـ  $ATP$ :

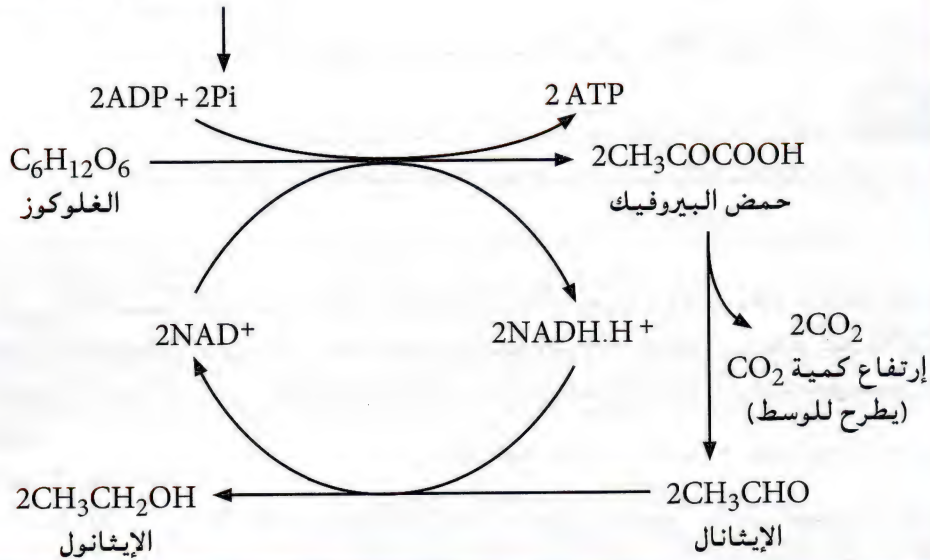


ب - مصدر  $H_3PO_4$  ( $Pi$ ) هو إماهة الـ  $ATP$ :



ج -

إنخفاض في الـ  $Pi$  (يستهلك)



1 - تحليل وتفسير المنحنى:

• التحليل : يمثل المنحنى تطور كمية سكر الفواكه ثنائي الفوسفات والـ  $ATP$  بدلالة الزمن.

منحنى الـ  $ATP$ :

0 - 3 د: تناقص في كمية الـ  $ATP$  إلى القيمة 5 - وحدة إعتبارية.

3 - 8 د: تزداد كمية الـ  $ATP$  من القيمة 5 - إلى القيمة 5 + وحدة إعتبارية.

منحنى فركتوز ثنائي الفوسفات:

0 - 7 د: زيادة في كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات بمرور الزمن حتى تصل إلى القيمة 23 وحدة إعتبارية.

7 - 10 د : تناقص في كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات حتى تصل إلى القيمة 7 وحدة إعتبارية.

بعد 10 د: ثبات كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات.

• التفسير: خلال عملية التحلل السكري، تتم عملية فسفرة الغلوكوز إلى فركتوز ثنائي الفوسفات بإمهاء

جزيئين من الـ  $ATP$  لكل جزيئة غلوكوز، وهو ما يفسر تناقص  $ATP$  من جهة وتزايد فركتوز ثنائي الفوسفات



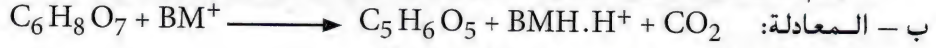
من جهة أخرى.

• بعد ذلك (7 دقائق)، يتحلل فركتوز ثنائي الفوسفات إلى حمض البيروفيك وتتم فسفرة 4 جزيئات ADP إلى 4 جزيئات ATP وهو ما يبين تزايد ATP وتناقص فركتوز ثنائي الفوسفات.

2 - إسم العملية : التحلل السكري.

3 - أ - تفسير النتائج : إن حمض الليمون  $[C_6H_8O_7]$  فقد جزيئة  $CO_2$  و  $[2H]$  إلتقطها أزرق الميثيلين مما أدى إلى إرجاعه وبالتالي زوال لونه، ونتيجة لذلك تم تشكيل حمض السيتوغلوتاريك  $[C_5H_6O_5]$ .

• إسم العملية : أكسدة حمض الليمون إلى حمض السيتوغلوتاريك.



ب - دورة حمض الليمون كريبس (راجع التمرين 49).

د - فائدة الدورة السابقة بالنسبة للخلية: تحويل معظم الطاقة من حموض حلقة كريبس إلى كل من  $NADH_2$  و  $FADH_2$  وجزيئا في الـ ATP.

## 65 إجابة التمرين

أ - تفسير النتائج الملاحظة عند 0، 1، 2:

عند 0: تواجد الإشعاع في الوسط الخارجي، في كل من الوسط الهوائي واللاهوائي، يدل على وجود الغلوكوز المشع في هذا الوسط.

عند 1: ظهور الإشعاع على مستوى الهيليولي الأساسية (العنصر ع)، يدل على مرور الجلوكوز إلى الهيليولي الأساسية للخميرة في كل من الوسط الهوائي واللاهوائي، حيث يتم هدمه جزئيا وفقا لتفاعلات التحلل السكري لإنتاج الطاقة.

ب - 1: تحليل منحني الوثيقة 2:

• قبل إضافة حمض البيروفيك: غياب الغلوكوز (0) أو وجوده (1) إستهلاك ضعيف جدا للأكسجين.

• بعد إضافة حمض البيروفيك: زيادة معتبرة في إمتصاص  $O_2$  الوسط (إستهلاك كبير للأكسجين).

الإستنتاج: الميتوكوندري لا تستعمل الجلوكوز مباشرة كمادة أيضية، بل تستعمل حمض البيروفيك كمادة أيضية.

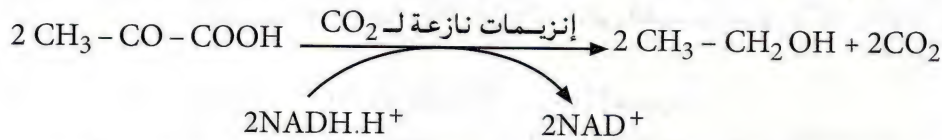
ب 2: تفسير النتائج عند 2:

في الوسط اللاهوائي: بقاء الإشعاع عند (2) على مستوى العنصر "ع" إي الهيليولي الأساسية، أي إستمرار هدم نواتج التحلل السكري (حمض البيروفيك) إلى كحول إيثيلي و  $CO_2$ ، وذلك في غياب الأكسجين.

في الوسط الهوائي: إنتقال الإشعاع إلى المادة الأساسية للميتوكوندري، يدل على أن الجلوكوز يستمر هدمه في الميتوكوندري، بعد تحوله في الهيليولي الأساسية إلى حمض البيروفيك، وذلك وفقا لتفاعلات الأكسدة الخلوية.

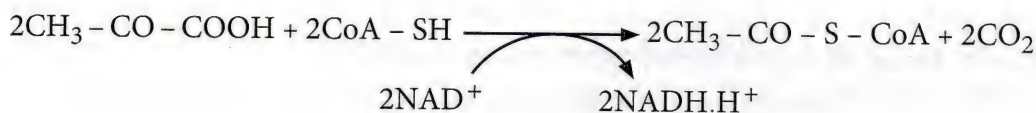
ب 3: مصير نواتج الظاهرة في الخلية عند (2) من الوثيقة 2

في الوسط اللاهوائي: تحول حمض البيروفيك إلى إيثانول و  $CO_2$ ، في الهيليولي الأساسية في غياب الـ  $O_2$ ، وذلك:

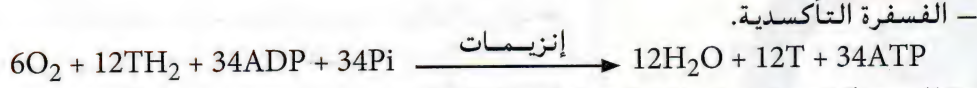
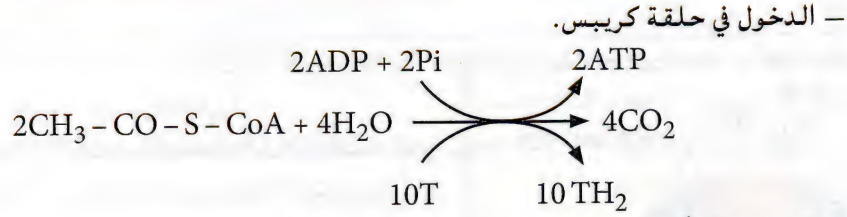


في الوسط الهوائي: بوجود الأكسجين، يدخل حمض البيروفيك إلى المادة الأساسية للميتوكوندري، ويستمر هدمه (أكسدة خلوية) وفق التفاعلات التالية:

- تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم أ







ج – الكمية المستهلكة من جزيئات الجلوكوز في الوسط الهوائي:  
 $\text{kJ } 1159 = \text{kJ } 30,5 \times 38\text{ATP} = 38\text{ATP}$  إنتاج

عدد جزيئات الجلوكوز =  $\frac{5795}{1159} = 5$  جزيئات.

– عدد جزيئات الجلوكوز المستهلكة في اللاهوائي:

الوسط اللاهوائي: إنتاج  $2\text{ATP} = 30,5 \times 2\text{ATP} = 61 \text{ kJ}$

عدد جزيئات الجلوكوز =  $\frac{5795}{61} = 95$  جزيئة.

د – الرسم: (راجع إجابة التمرين 53)

## 66 إجابة التمرين

1 – أ – المقارنة :

• نسجل في الحالتين زيادة تركيز  $\text{CO}_2$  دلالة على طرحه من طرف الخميرة، وأن هذه الزيادة في الحالة (أ) أكثر مما هي في الحالة (ب). حيث في الحالة (أ) في الدقيقة 16 تقابل 330 وحدة، بينما في الحالة (ب) في نفس المدة تقابل 160 وحدة.

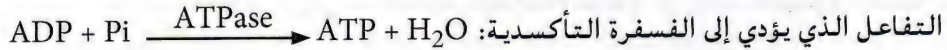
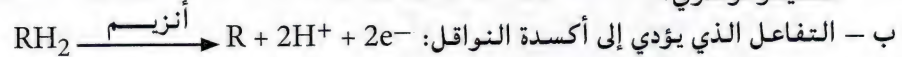
• في حالة السلالة (أ): تناقص كمية  $\text{O}_2$  في الوعاء دليل على أستهلاكه من طرف الخميرة.

• في الحالة السلالة (ب): ثبات كمية  $\text{O}_2$  في الوعاء دليل على عدم إمتصاصه من طرف الخميرة.

ب – إستنتاج نمط حياتهما: • السلالة (أ): نمط حياة هوائي.

• السلالة (ب): نمط حياة لا هوائي.

2 – أ – تتأكسد نواقل الهيدروجين  $\text{RH}_2$  بواسطة أنزيمات موجودة في الغشاء الداخلي ولا تتواجد على الغشاء الخارجي. فعند نزع الهيدروجين يحدث إنتقال البروتونات المتجمعة في الحيز الموجود بين الغشائين إلى المادة الأساسية عبر الكرات المذنبة تسمح بتشكيل  $\text{ATP}$ .  
 الإستنتاج: مقر التفاعلات الكيميائية لأكسدة المركبات المرجعة وإنتاج الـ  $\text{ATP}$  هو الغشاء الداخلي للميتوكوندري.



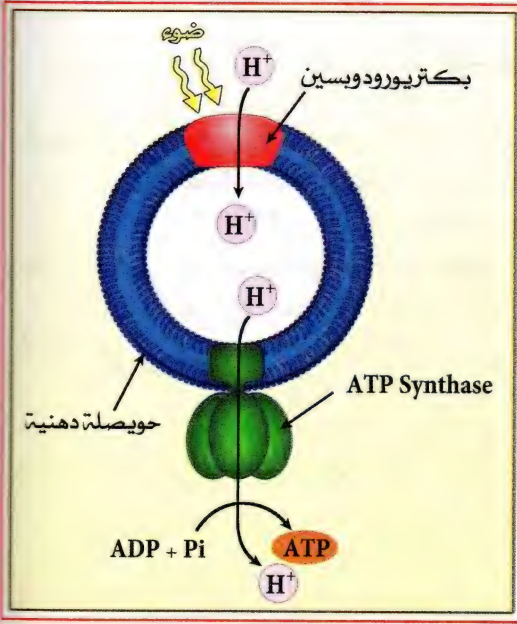
ج – الرسم التخطيطي (راجع التمرين 53).

3 – أ – المقارنة: ظهور مستعمرات السلالة (أ) بحجم أكبر من مستعمرات السلالة (ب) هذا يعني أن نمو وتكاثر السلالة (أ) أكبر من نمو وتكاثر السلالة (ب).

ب – تحليل النتائج: النمو والتكاثر السريع لمستعمرات السلالة (أ) راجع لإستعمالها للأكسجين في أكسدة المركبات المرجعة بشكل كلي وبالتالي إنتاج كمية كبيرة من الـ  $\text{ATP}$  (طاقة حيوية) التي سمحت بتكاثر هذه السلالة. في حين النمو البطئ للسلالة (ب) راجع إلى الأكسدة الجزئية للمركبات المرجعة وبالتالي إنتاج كمية قليلة من الـ  $\text{ATP}$  التي أدت إلى تكاثرها ببطء.

4 – الحصيلة الطاقوية : (راجع التمرين 55).





- 1 - الرسم التخطيطي: (لاحظ الرسم المجاور).
- 2 - دور البروتين هو: العمل كمضخة لإدخال البروتونات عكس تدرج التركيز لإحداث فرق في تركيزها. وهذا الإدخال يتطلب طاقة تستمد في هذه الحالة من الضوء. أي أن البروتين هو مضخة للبروتونات تعمل بالطاقة الضوئية.
- 3 - نعم حيث تركيب الـ ATP تم بواسطة إنزيم ATPsynthase انطلاقاً من ADP و Pi حيث يقوم الإنزيم بتشكيل رابطة كيميائية بين ADP و Pi بإستعمال طاقة تستمد من حركة البروتونات عبر هذا الإنزيم حسب تدرج التركيز (نظرية ميتشل).
- 4 - إن توفر الـ  $O_2$  في التنفس كان لغرض إستقبال الإلكترونات القادمة من المرافققات الإنزيمية لإنتقالها عبر السلسلة التنفسية. هذا الإنتقال يتسبب في إحداث زيادة في تركيز البروتونات  $H^+$  الذي يستعمل لتركيب الـ ATP. إحداث فرق التركيز في التجربة تم بدون الحاجة إلى الـ  $O_2$  لذلك لا يتطلب إنتاج الـ ATP توفر الـ  $O_2$ .

5 - لا تشبه هذه العملية التخمر بل تشبه التنفس في كيفية إنتاج الطاقة القابلة للإستعمال (ATP) لأن التخمر لا يتطلب إستعمال إنزيم ATP synthase لإنتاج الـ ATP ولا يتطلب تكوين فرق في تركيز البروتونات. لذلك فإن هذه العملية تشبه أكثر إنتاج الطاقة القابلة للإستعمال ATP في التنفس.

أ - 1 - المقارنة في الوسط (1).

الوسط	1	2
عدد الخلايا المتشكلة	زيادة معتبرة في العدد	زيادة ضعيفة في العدد
كمية الطاقة الناتجة على شكل ATP	كمية أكبر بـ 19 مرة (38 جزيئة ATP)	كمية قليلة (2ATP)

2 - التفسير: في الوسط (1) التفكك تام ← الطاقة الناتجة كبيرة ← زيادة معتبرة في عدد خلايا الخميرة (التكاثر نشيط).  
في الوسط (2) التفكك جزئي ← الطاقة الناتجة ضعيفة ← زيادة ضعيفة في عدد خلايا الخميرة (التكاثر ضعيف).

- ب - 1 - العضية "م" هي الميتوكوندري - الرسم: (راجع التمرين 44).
- 2 - في خلية الشكل (1) وجود عدد كبير من الميتوكوندري النامية. في خلية الشكل (2) وجود عدد قليل من الميتوكوندري الضامرة.
- 3 - هذا الاختلاف يعود إلى طبيعة الوسط الذي تعيش فيه الخميرة. هل هو هوائي أم لا هوائي.
- 4 - اخذت خلية الشكل (1) من الوسط الهوائي (1).  
• اخذت خلية الشكل (2) من الوسط اللاهوائي (2).

ج - 1 - تحليل المنحنى:

• قبل و بعد حقن الغلوكوز: كمية الـ  $O_2$  في الوسط ثابتة دلالة على عدم إستهلاكه من قبل الميتوكوندري



إذا لا تعمل الميتوكوندري.

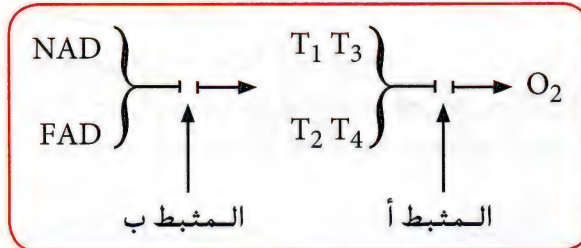
- بعد حقن حمض البيروفيك: تناقص معتبر لكمية الـ  $O_2$  في الوسط دلالة على إستهلاكه من قبل الميتوكوندري إذا الميتوكوندري تعمل.
- 2 - الميتوكوندري غير قادرة على إستعمال الغلوكوز مباشرة كمادة أيضية ولكنها قادرة على إستعمال حمض البيروفيك كمادة أيضية.

## إجابة التمرين 69

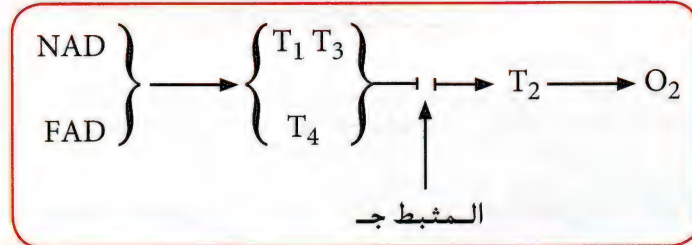
أ - مصدر هذه الإلكترونات هي أكسدة النواقل المرجعة الـ  $NADH_2$  والـ  $FADH_2$  كيميائي :



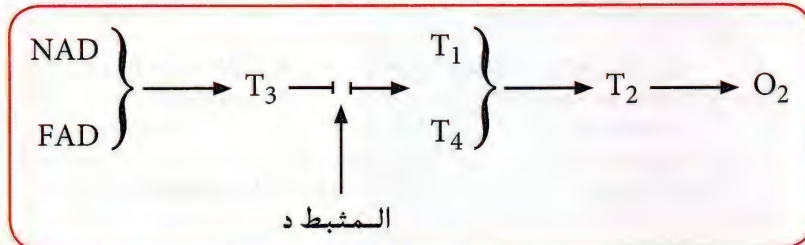
- ب - 1 - إن  $T_n$  و  $T_{n-1}$  يكونا في حالة إرجاع لأنه هناك اكتساب للإلكترونات وعدم القدرة على فقدها. أما  $T_{n+1}$  فيكون في حالة أكسدة لأنه يفقد الإلكترونات وغير قادر على إرجاعها.
- 2 - a - بما أن كل النواقل في حالة إرجاع (-) إذا قام هذا المثبط (أ) بمنع إنتقال الإلكترونات من آخر ناقل إلى الـ  $O_2$  لأن الأكسجين هو المستقبل الأخير للإلكترونات.
- b - عند إستخدام المثبط (ب) نلاحظ كل النواقل في حالة أكسدة (+) ما عدا  $NAD$  والـ  $FAD$  في حالة إرجاع (-)، إذا  $NAD$  و  $FAD$  يقعان قبل تأثير المثبط والباقي بعد تأثير المثبط.



- عند إستخدام المثبط (ج) نلاحظ كل النواقل في حالة إرجاع (-) ما عدا  $T_2$  فإنه في حالة أكسدة (+) إذا إنه آخر ناقل في الغشاء ويقع قبل الـ  $O_2$ .

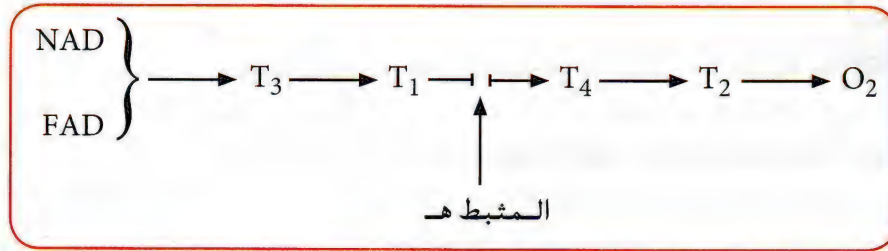


- إستخدام المثبط (د) فإن  $T_1$  و  $T_2$  و  $T_4$  تكون في حالة أكسدة (+) تقع بعد تأثير المثبط (د) أما  $NAD$  و  $FAD$  في حالة إرجاع (-) تقع قبل تأثير المثبط (د).

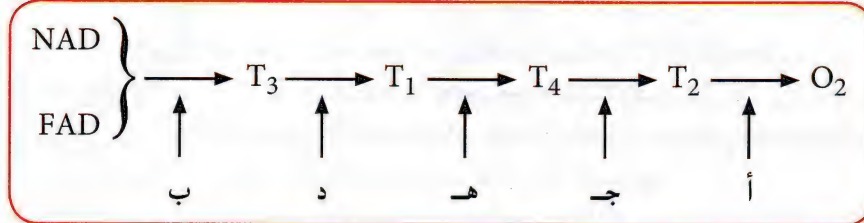


- عند إستخدام المثبط (هـ) فإن  $T_1$  ،  $FAD$  ،  $NAD$  و  $T_3$  في حالة إرجاع (-) تقع قبل تأثير المثبط والنواقل الأخرى في حالة أكسدة (+) تقع بعد تأثير المثبط.

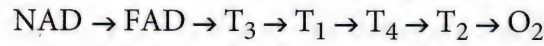




إذا ترتيب تدخل النواقل كمايلي:



c - إن حركة الإلكترونات في السلسلة التنفسية تلقائي من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى مرتفع محركة طاقة لذا يتوضع الـ NAD قبل الـ FAD.



3 - a - المثبط (أ) هو الذي لعب دور السيانونور.

• عند إستخدام السيانونور تتوقف حركة الإلكترونات.

• غياب حركة الإلكترونات لا يتولد فرق في تدرج تركيز البروتونات فلا يتشكل الـ ATP.

b - عند إستخدام الدنتروفينول: هناك حركة للإلكترونات ولكن لا يتشكل الـ ATP لأنه لا يتشكل فرق

في تدرج تركيز البروتونات.

- أما عند إستخدام الأوليغوميسين: هناك حركة للإلكترونات ولكن لا يتشكل الـ ATP رغم تشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات وذلك لغياب إنزيم الـ ATPase سنتاز (الكريات المذنب).

c - شروط تشكل الـ ATP:

• وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.

• وجود الكريات المذنب (ATPase) وسلامة الغشاء.

## 70 إجابة تمرين

- I - 1 - وضع البيانات: 1 - ميتوكوندري. 2 - نواة. 3 - هيولي (هياوبلازم). 4 - فجوة.  
2 - المقارنة بين النتائج التجريبتين في الوسطين:

أوجه المقارنة	الوسط الهوائي	الوسط اللاهوائي
1 - الميتوكوندريات	عديدة ونامية	قليلة وضامرة
2 - كمية ATP المتشكلة	كبيرة نسبيا	قليلة جدا
3 - المردود	عالي	ضعيف
4 - كمية الايثانول المتشكلة	آثار	كبيرة نسبيا

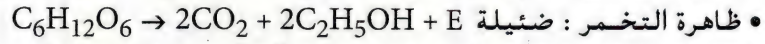
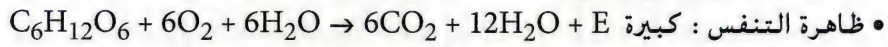
3 - الظاهرة الفيزيولوجية التي تحدث في كل وسط :

• في الوسط الهوائي: ظاهرة التنفس.

• في الوسط اللاهوائي: ظاهرة التخمر.



- التعليق: - التنفس: وجود ميتوكوندريات عديدة و نامية، والكمية العالية من الـ ATP وعدم تشكل الإيثانول.  
- التخمر: قلة الميتوكوندريات وغير نامية، وتشكل كمية معتبرة من الإيثانول وكمية قليلة من الـ ATP.  
4 - الإستنتاج: مردود التنفس عالي ومردود التخمر ضعيف.  
5 - المعادلة الإجمالية لكل ظاهرة:



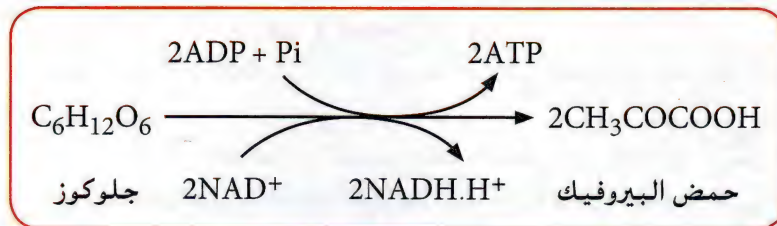
- II - 1 - التحليل المقارن للنتائج الممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2):  
• قبل إضافة الأوكسجين للوسط يكون تركيز البروتونات وكمية الـ ATP في الوسط منعدمين.  
• عند إضافة الأوكسجين يزداد تركيز البروتونات في الوسط وكمية الـ ATP وبعد ذلك ينخفض تركيز البروتونات تدريجيا في حين يستمر تشكيل الـ ATP ببطء.  
2 - الإستنتاج: وجود الأوكسجين يسبب تحرير البروتونات الذي ينتج عنه تركيب الـ ATP.  
3 - الرسم التخطيطي: (الفسفرة التأكسدية راجع التمرين 53).

## 71 إجابة التمرين

- I - 1 - كتابة البيانات: 1- نواة. 2- جدار خلوي. 3- هيولى. 4- فجوة. 5- ميتوكوندري. 6- جهاز جولجي.  
2 - التحليل المقارن:  
• الوسط (A): احتواء الخلية على عدد كبير من ميتوكوندري نامية ذات أعراف كثيرة وطويلة.  
• الوسط (B): احتواء الخلية على عدد قليل من ميتوكوندري ضامرة ذات أعراف قليلة وقصيرة.  
الإستنتاج: - الوسط (A): لا هوائي  
- الوسط (B): هوائي.  
- نمو وتطور الميتوكوندري مرتبط بطبيعة الوسط هل هو هوائي أو لا هوائي.  
3 أ - تحليل المنحنى: [0 - 1]: يزداد المردود الطاقوي بنسبة قليلة ليصل إلى 2 %.  
[1 - 2]: يستمر المردود الطاقوي في الزيادة ليصل إلى حوالي 4 %.  
[2 - 3]: تزايد سريع وكبير للمردود الطاقوي ليصل إلى 40 %.  
ب - تحديد اسم ومقر التفاعلات:

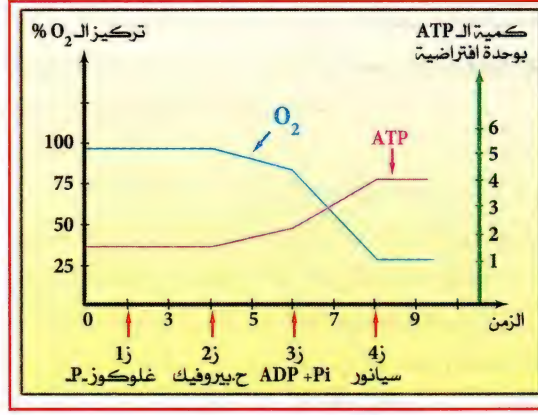
اسم المرحلة	مقر حدوثها
التحلل السكري	الهيالوبلازم
حلقة كريبس	مادة الأساس للميتوكوندري
الفسفرة التأكسدية	الغشاء الداخلي للميتوكوندري

ج - المعادلة الإجمالية للتحلل السكري:



4 - أ - رسم المنحنى البياني:





ب - التحليل المقارن:

لـ 0 - 1: إضافة الجلوكوز: ثبات تركيز الـ  $O_2$  (عدم استهلاكه)، ثبات تركيز الـ ATP (عدم إنتاجه).  
لـ 1 - 2: بقي تركيز الـ  $O_2$  ثابتاً ومرتفعاً كما بقي تركيز الـ ATP ثابتاً وقليلاً رغم إضافة الجلوكوز المفسفر.

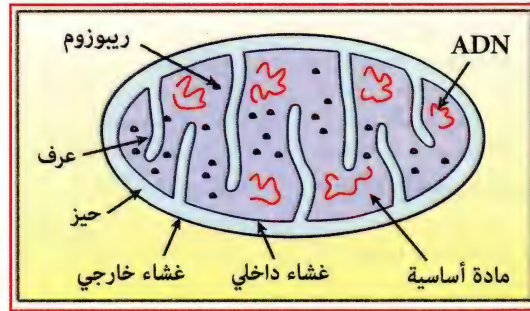
لـ 2 - 3: إضافة حمض البيروفيك: استهلاك كمية قليلة من الـ  $O_2$  وإنتاج كمية قليلة من الـ ATP.  
لـ 3 - 4: إضافة الـ  $ADP + Pi$ : استهلاك كميات كبيرة من الـ  $O_2$  وإنتاج كميات كبيرة من الـ ATP.  
عند 4: إضافة السيانونور: ثبات تركيز الـ  $O_2$  (توقف الاستهلاك)، ثبات الـ ATP (توقف الإنتاج).

ج - المعلومات المستخلصة:

- الميتوكوندري لا تستعمل الجلوكوز مباشرة وتستعمل حمض البيروفيك بشكل مباشر كمادة أيضية.
- $ADP, Pi$  يحفز استهلاك  $O_2$  وإنتاج ATP (تنشيط الفسفرة التأكسدية).
- وجود مواد مثل السيانونور مثبطة للفسفرة التأكسدية.

## إجابة التمرين 72

- I - 1 - التعرف على البيانات: • البنية A: الهيالولازم • البنية B: ميتوكوندري  
2 - رسم تخطيطي للميتوكوندري:



II - 1 - أ - تحليل نتائج الجدول:

- في 0: تمرکز الإشعاع (الجلوكوز) في الوسط الخارجي.  
في 1: انتقال الإشعاع (الجلوكوز) من الوسط الخارجي العالي التركيز إلى الهيولى، فيزداد التركيز في الهيولى ويتناقص في الوسط الخارجي.  
في 2: يختفي الجلوكوز نهائياً من الهيولى ويظهر حمض البيروفيك في كل من الهيولى والميتوكوندري.  
في 3: يختفي حمض البيروفيك من الهيولى وارتفاع تركيزه في الميتوكوندري كما يظهر  $CO_2$  المشع في الوسط الخارجي.  
في 4: اختفاء حمض البيروفيك من الميتوكوندري ويزداد تركيز غاز  $CO_2$  في الوسط الخارجي.



ب - تفسير النتائج :

- ينفذ الغلوكوز إلى الخلية ويتحول في الهياويلازم إلى حمض البيروفيك.
- ينتقل حمض البيروفيك إلى الميتوكوندري بوجود الأكسجين ويتحول إلى مركبات حلقة كربيس.
- ينتزع من مركبات حلقة كربيس غاز  $CO_2$  ويطرح إلى الخارج.
- ج - التفاعل الإجمالي للظواهر التي تحدث على مستوى الوسيطين A و B :  
• في الوسط A : تحدث عملية التحلل السكري:



- في الوسط B : تحدث عملية الهدم الكلي لحمض البيروفيك على مستوى المادة الأساسية للميتوكوندري، إذ يلاحظ أنه بعد دخول حمض البيروفيك إليها وتحوله إلى أستيل مرافق الإنزيم "أ"، يستمر الهدم التدريجي بتدخل إنزيمات نازعات الهيدروجين ونازعات الفحم، في دورة تعرف بحلقة حمض الخل Acide Citrique أو حلة كربيس.

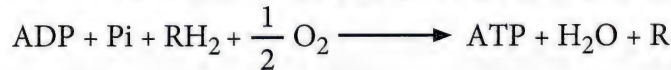


- 2 - أ - تفسير النتائج: تتأكسد نواقل الهيدروجين  $RH_2$  بواسطة إنزيمات موجودة على الغشاء الداخلي وذلك بنزع الهيدروجين منها واخر من يستقبلها هو الـ  $O_2$  فتحرر طاقة نتيجة هذه الحركة تقوم بضخ البروتونات من الحشوة الى الحيز الموجود بين الغشاءين (نقل فعال) ثم انتقال الـ  $H^+$  المتجمعة في الحيز بين الغشاءين عبر الكريات المذنبة باتجاه الحشوة حسب تدرج التركيز تحرر طاقة تسمح بإنتاج الـ ATP.

ب - التفاعل الذي يؤدي إلى أكسدة النواقل  $HR_2$ .



- التفاعل الذي يؤدي إلى الفسفرة التأكسدية: إن انتقال الالكترونات عبر السلسلة التنفسية وتشكل ATP ظاهرتان مترافقتان يطلق عليهما اسم الفسفرة التأكسدية.



## 73 إجابة التمرين

I - 1 - أ - التعرف على العناصر: س: الهياويلازم، ع: ميتوكوندري.

ب - تحليل المنحنى: - قبل وبعد ز1 رغم إضافة الغلوكوز: ثبات تركيز الأكسجين في الوسط.

- في ز2 بعد إضافة حمض البيروفيك: تناقص معتبر وسريع لتركيز الأكسجين في الوسط.

الاستنتاج: الميتوكوندري غير قادرة على استعمال الغلوكوز مباشرة كمادة ايضية بل يستعمل حمض البيروفيك.

ج - الرسم التخطيطي لما فوق بنية الميتوكوندري : (راجع إجابة التمرين 72)

2 - تحليل وتفسير النتائج :

عند ز0: ظهور الإشعاع على مستوى الوسط الخارجي يدل على عدم نفاذية الغلوكوز إلى الخلية.

عند ز1: ظهور الإشعاع وتناقصه على مستوى الوسط الخارجي ثم ظهوره في الهيولى يدل على نفاذية الغلوكوز إلى الخلية.

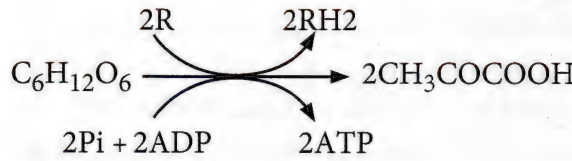
عند ز2: ظهور الإشعاع في حمض البيروفيك في كل من الهيولى والميتوكوندري يدل على تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك في الهيولى ثم دخول هذا الأخير إلى الميتوكوندري.

عند ز3: ظهور حمض البيروفيك المشع على مستوى الميتوكوندري ثم ظهور  $CO_2$  المشع في الوسط الخارجي يدل على تحويل (هدم) حمض البيروفيك إلى  $CO_2$  الذي يطرحه في الوسط الخارجي.

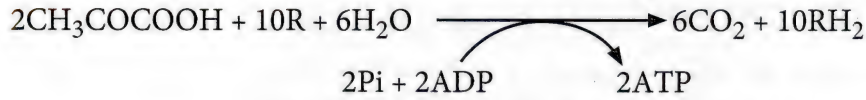


## II - 1 - تكملة بيانات التفاعلات:

التفاعل رقم 1:



التفاعل رقم 2:



التفاعل رقم 3:



2 - الأسماء المناسبة لكل تفاعل مع تحديد المقر:

- التفاعل 1: التحلل السكري ومقره الهيولى.
- التفاعل 2: الأكسدة الخلوية (تشكل أستيل كو إنزيم أ + حلقة كريبس) ومقرها حشوة الميتوكوندري.
- التفاعل 3: الفسفرة التأكسدية ومقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

3 - تحديد التفاعل: التفاعل رقم (3).

4 - الفسفرة التأكسدية. (راجع التمرين 53)

5 - الحصلة الطاقة: • من التفاعل رقم 1: 2ATP

• من التفاعل رقم 2: 2ATP

• من التفاعل رقم 3: 34ATP

المجموع: 38ATP

## إجابة التمرين 74

I - 1 - يمثل المنحنى تغيرات قيمة PH الوسط بدلالة الزمن والتغيرات الناتجة من إضافة كل من الـ  $O_2$  والـ DNP عليها.

- قبل إضافة الـ  $PH: O_2$  الوسط = 7 حيث يتساوى تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي.
- بعد إضافة الـ  $O_2$ : انخفاض سريع لقيمة الـ  $PH$  إلى القيمة 1 نتيجة خروج البروتونات عبر المضخات (معقدات بروتينية) من الحشوة إلى الحيز بين الغشاءين نتيجة أكسدة النواقل المرجعة الموجودة في الحشوة على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري بوجود الـ  $O_2$  إنه النقل الموضعي (الفعال). ثم العودة التدريجية إلى الـ  $PH$  الأصلي 7 نتيجة إعادة دخول البروتونات ولكن عبر الكريات المذنبه وحسب تدرج التركيز.
- بعد إعادة إضافة الـ  $O_2$ : انخفاض سريع لقيمة الـ  $PH$  إلى القيمة 1 ثم العودة التدريجية إلى الـ  $PH$  الأصلي 7 وأثناء العودة عند حقن الـ DNP نلاحظ العودة السريعة لقيمة الـ  $PH$  إلى 7 نتيجة دخول البروتونات عبر الغشاء وليس عبر الكريات المذنبه.
- الاستنتاج: في الحالة الطبيعية:

- لا يمكن للبروتونات أن تخرج من الحشوة إلا عبر المعقدات البروتينية (المضخات) عكس تدرج التركيز وتتطلب طاقة (نقل فعال).
- لا يمكن للبروتونات أن تدخل إلى الحشوة إلا عبر الكريات المذنبه (أنزيم الـ ATPase) حسب تدرج التركيز ولا تتطلب طاقة حيث يتشكل الـ ATP.

2 - الآلية التي تسمح بالتدرج في تركيز البروتونات بين الحيز بين الغشاءين والمادة الأساسية للميتوكوندري: هي انتقال الإلكترونات من  $NADH.H^+$  إلى  $O_2$  عبر سلسلة من النواقل (السلسلة التنفسية) يؤدي إلى تحرير طاقة تسمح بنقل موضعي للـ  $H^+$  وذلك بضخه نحو الحيز بين الغشاءين عبر المضخات.



3 - نعم: إن فسفرة ADP إلى ATP تتم على مستوى الكريات المذبذبة بتدخل أنزيم ATP Synthase، غير أن تخفيض هذا الإنزيم لا يتم سوى بانتقال البروتونات عبر الكرية المذبذبة حسب منحدر التركيز بعد تكون فرق في تدرج تركيز البروتونات نتيجة ضخ البروتونات عبر المضخات وهذا الانتقال يهدف إلى أحداث توازن ديناميكي في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

## II - 1 - شرح ثبات نسبة الأوكسجين:

- $[O_2 - I]$  رغم توفر الـ  $O_2$  الذي يعتبر المستقبل النهائي للالكترونات الناتجة من أكسدة النواقل المرجعة ( $FADH_2$ ,  $NADH.H^+$ ) التي تعمل على إرجاع  $O_2$  ثم بعد ذلك يشكل الماء مع البروتونات، إلا أن غياب مادة أليض يؤدي إلى نفاذ النواقل المرجعة مما يؤدي إلى عدم استهلاك الـ  $O_2$ .
- بعد 2z عند إضافة مادة سيانور البوتاسيوم (الذي يثبط المعقد (VI) من السلسلة التنفسية) يحدث توقف السلسلة التنفسية أي يتوقف انتقال الالكترونات التي ترجع الأكسجين فلا يستهلك هذا الأخير.
- 2 - عند إضافة حمض الليمون تتدخل أنزيمات نازعات الهيدروجين ونازعات الكربون لنزع  $CO_2$  وإرجاع FAD والـ  $NAD^+$  خلال حلقة كريبس لتشكيل  $FADH_2$  والـ  $NADH.H^+$  التي تتأكسد بوجود الأكسجين خلال الفسفرة التأكسدية فتشكل الماء.

## III - أ - المعلومات المستخرجة من الوثيقة 3:

- تمثل الوثيقة 3 السلسلة التنفسية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.
  - تتكون السلسلة التنفسية من 4 معقدات وناقلين صغيرين متحركين، وكرية مذبذبة.
  - المعقدات الثلاثة الكبيرة (I, III, IV) هي القادرة على ضخ البروتونات نحو الحيز الموجود بين الغشاءين.
  - المعقد (I) مسؤول على أكسدة  $NADH.H^+$ .
  - أما المعقد (II) مسؤول عن أكسدة  $FADH_2$ .
  - الكرية المذبذبة مسؤولة عن إدخال البروتونات وفق تدرج التركيز وتركيب الـ ATP انطلاقاً من Pi و ADP.
- ب - المعلومات المستخرجة من الوثيقة (4):

- تنتقل الالكترونات من كمون منخفض إلى كمون مرتفع محررة طاقة.
- دور البروتينات (المعقدات): تخزين الطاقة على شكل ATP.
- المستقبل الأخير للالكترونات هو الأكسجين فتقوم بإرجاعه ثم تشكيل الماء بوجود البروتونات.
- أكسدة جزيئة من الـ  $NADH.H^+$  تشكل ثلاث جزيئات من الـ ATP.
- أكسدة جزيئة من الـ  $FADH_2$  تشكل جزيئتين من الـ ATP.

## إجابة التمرين 75

I - 1 - إستعمل البكتيريا كمقياس حيوي (جهاز) لمعرفة تركيز الـ  $O_2$  وبالتالي تحديد شدة التركيب الضوئي.



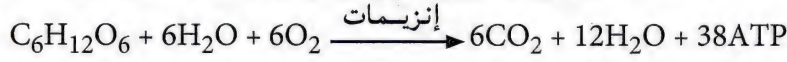
- فالعلاقة بين عدد البكتيريا وكمية الـ  $O_2$  المنطلقة (شدة التركيب الضوئي) طردية.
- 2 - التحليل: تجمع عدد كبير من البكتيريا في كل من منطقة: الإشعاعات الحمراء، الإشعاعات البنفسجية والإشعاعات الزرقاء.
- الإستننتاج: الأشعة الفعالة في عملية التركيب الضوئي هي الواقعة في المجال: البنفسجي، الأزرق والأحمر.
- 3 - نعم تتفق مع معارفي المكتسبة.
- حيث نلاحظ أن الإشعاعات الأكثر أهمية (فعالية) في عملية التركيب الضوئي هي الإشعاعات الطرفية.
- 4 - المعادلة الإجمالية:
- الظاهرة البيولوجية التي تقوم بها الأشنة هي التركيب الضوئي إضافة إلى التنفس والمعادلة الإجمالية



للتكوين الضوئي هي :



• الظاهرة البيولوجية التي تقوم بها البكتريا هي التنفس و معادلتها الإجمالية كمايلي :



- II - التحليل:** إن كمية السكر المستهلكة من قبل الخميرة في الوسط الهوائي أكبر من كمية السكر المستهلكة في الوسط اللاهوائي رغم أن مدة التجربة أقصر في الوسط الهوائي (9 أيام) من الوسط اللاهوائي (3 أشهر).
- كما أن كتلة الخميرة المتشكلة في الوسط الهوائي أكبر منها في الوسط اللاهوائي بحوالي 8 أضعاف.
- التفسير: قامت الخميرة في الوسط الهوائي بتفكيك تام للغلوكوز فأنتجت كمية كبيرة من الطاقة التي أدت إلى تكاثر سريع ونشيط لخلايا الخميرة مؤدية إلى زيادة معتبرة في كتلة الخميرة. في حين في الوسط اللاهوائي قامت الخميرة بتفكيك جزئي للغلوكوز منتجة طاقة جزئية أدت إلى تكاثر ضعيف لخلايا الخميرة مؤدية إلى زيادة طفيفة في كتلة الخميرة.
- المعلومات: راجع إجابة التمرين 61.

## 76 إجابة التمرين

- 1 - الشكل I:** إن إنتقال الإلكترونات عبر النواقل حسب كمون الأكسدة والإرجاع للنواقل: إما يتطلب طاقة عندما تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع معينة إلى حالة أقل منها. أو يتحرر عنه طاقة عندما تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع معينة إلى حالة أعلى منها.
- إن الآلية الفيزيائية التي تحدد اتجاه نقل الإلكترونات عبر سلسلة التركيب الضوئي من الماء إلى المستقبل النهائي وهو  $\text{NADP}^+(\text{T}^+)$ .
- تنتقل الإلكترونات من الماء إلى PSII بصورة تلقائية مع تحرير طاقة لأن كمون الأكسدة والإرجاع للماء هو  $(+900 \text{ ميلي فولط})$  PSII لـ  $(+800 \text{ ميلي فولط})$  أقل من كمون الأكسدة والإرجاع لـ PSII  $(+900 \text{ ميلي فولط})$  إلى PSI  $(+400 \text{ ميلي فولط})$  إلا بوجود طاقة ويتم ذلك بتدخل الفوتونات الضوئية التي تحفز PSII وتنتقل به إلى كمون أكسدة وإرجاع منخفض  $(-200 \text{ ميلي فولط})$  وهذا ما يسمح بإنتقال الإلكترونات من PSII  $(-200 \text{ ميلي فولط})$  إلى PSI  $(+400 \text{ ميلي فولط})$  مع تحرير طاقة.
- كذلك تحفز الفوتونات PSI ذو كمون  $(+400 \text{ ميلي فولط})$  وتنتقل به إلى كمون منخفض  $(-600 \text{ ميلي فولط})$  مما يسمح للإلكترونات بالإنتقال إلى المستقبل النهائي  $\text{NADP}^+(\text{T}^+)$  عبر النواقل مع تحرير طاقة.
- الشكل II:** إن إنتقال الإلكترونات من  $\text{NADH.H}^+(\text{T}^+)$   $(-320 \text{ ميلي فولط})$  إلى غاية الزوج  $\text{H}_2\text{O} / \text{O}_2$   $(+820 \text{ ميلي فولط})$  تلقائية من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى مرتفع فتحرر طاقة.
- 2 - أ -** شروط تركيب الـ ATP: • تدرج في تركيز البروتونات. • وجود وسلامة الكريات مذبة.
- ب -** تأكيد النتائج: تركيب الـ ATP يتوقف على:
- تدرج في تركيز البروتونات وإنتقالها عبر الكريات المذبة.
  - وجود الـ DNP يجعل غشاء التيلاكويد نفوذ للبروتونات فعدم تشكل تدرج في تركيز البروتونات، إذا عدم تشكل الـ ATP.
- 3 - أ -** قبل إضافة الـ  $\text{O}_2$ : لا يلاحظ تغير في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي للميتوكوندري ويعود ذلك لعدم أكسدة الـ  $\text{NADPH}_2$  لخلو الوسط من الـ  $\text{O}_2$ .
- بعد إضافة الـ  $\text{O}_2$ : زيادة في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي للميتوكوندري ويعود ذلك لأكسدة النواقل المرجعة  $\text{NADPH}_2$  لوجود الـ  $\text{O}_2$  فخروج البروتونات إلى الوسط الخارجي مؤدية إلى زيادة في تركيزها.
  - بإنتهاء الـ  $\text{O}_2$  تعود الـ  $\text{H}^+$  تدريجياً إلى داخل الميتوكوندري عبر الكريات المذبة محررة طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP مشكلة مع الأكسجين المرجع الماء لذا يتناقص تركيزها في الوسط الخارجي.

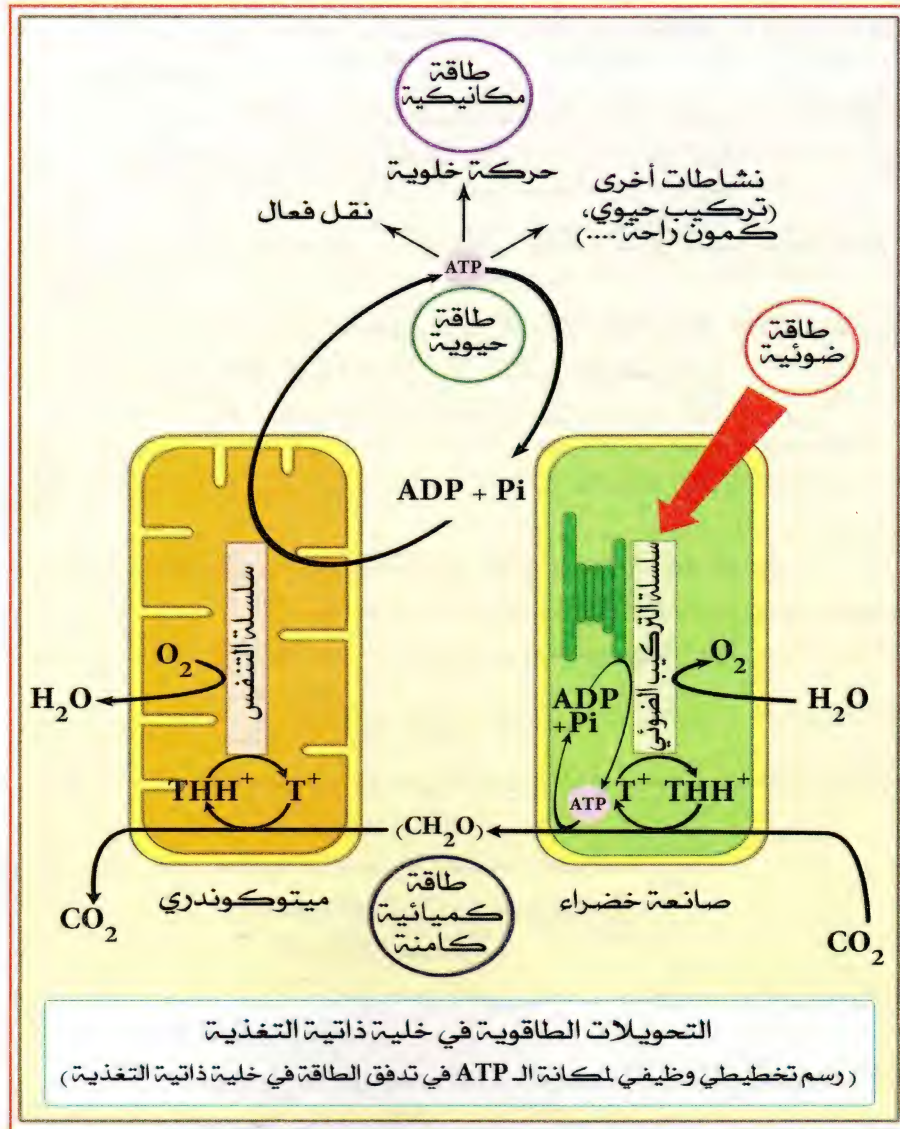


ب - المعلومة المكملّة: حركة الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التنفسية تسمح بخروج البروتونات عكس تدرج التركيز.

4 - الجدول :

الصانعة الخضراء	الميتوكوندري	آلية تركيب الـ ATP
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أكسدة الانظمة الضوئية PSII ، PSI بالفوتونات.</li> <li>• إنتقال الإلكترونات من PSII إلى PSI يحرر طاقة تسمح بضخ البروتونات نحو تجويف الكيس هذا من جهة ومن جهة أخرى التحلل الضوئي للماء يؤدي إلى تحرير البروتونات وتراكمها فتتكون تدرج في تركيز البروتونات فخروجها عبر الكريات المذبذبة يحرر طاقة يؤدي إلى تشكيل الـ ATP بوجود إنزيم ATP synthetase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• إن التفاعلات المسؤولة عن إنتاج الـ ATP تحدث في مستوى السلسلة التنفسية الموجودة ضمن الغشاء الداخلي للميتوكوندري.</li> <li>• حيث يتسبب إنتقال الإلكترونات عبر النواقل إلى إحداث تدرج في تركيز البروتونات بين حيز الغشائين والحشوة.</li> <li>• انتقال هذه البروتونات عبر الكريات المذبذبة إلى الحشوة حسب تدرج التركيز تولد طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP بوجود أيزم ATP synthetase.</li> </ul>	
$ADP + Pi + E \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$	$ADP + Pi + E \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$	

5 -





- 1 - البيانات المرقمة: 1 - نواة. 2 - سيتوبلازم (هياوبلازم). 3 - ميتوكوندري (س). 4 - صانعة خضراء (ع).
- 2 - الاختلاف البنيوي: • وجود الصانعة الخضراء في الكلوريللا وغيابها في خميرة الجعة. نعم هناك علاقة وهي: • للكلوريللا القدرة على تركيب مواد عضوية (مواد أيضا) ← ذاتية التغذية. • خميرة الجعة غير قادرة على تركيب مواد الأيض ← غير ذاتية التغذية.
- 3 - رسم ما فوق بنية الجسيم الكوندري والجسيم الصانع الأخضر. (راجع التمرين 80).
- 4 - أ - التعليق على وسط الإستنبات: • يحتوي على العناصر المعدنية الأساسية للنمو:  $Mn, H, O, P, K, S, Mg, Fe, C, CO_2, N$  • به مصدر هام لغاز  $CO_2$  هو: ثاني فحمات البوتاسيوم. • خالي من مواد عضوية (مواد الأيض) أي من مصادر الطاقة.

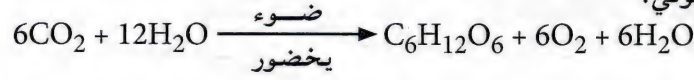
ب - تفسير النتائج:

- الكلوريللا الخضراء: شروط عملية التركيب الضوئي متوفرة: ماء، أملاح،  $CO_2$ ، يخضور وضوء ← تركيب مواد الأيض ← إنتاج طاقة ← القيام بالوظائف الحيوية مثل النمو والتكاثر ← زيادة في الوزن ← الكلوريللا ذاتية التغذية.
- الخميرة: تفتقر لليخضور ← عدم قدرتها على التركيب الضوئي ← عدم إنتاج مواد الأيض ← عدم قدرتها على القيام بالوظائف الحيوية ← نقص وزنها نتيجة إستهلاكها لمخدراتها ← غير ذاتية التغذية. نعم تؤكد نتائج السؤال (2).
- 5 - أ - إن العنصر "ع" أي الصانعة الخضراء ملونة طبيعيا بالأخضر بوجود الضوء (الملاحظة 4) ويصبح عديم اللون بغياب الضوء (الملاحظة 2)، وعدم تلونها بالأزرق لعدم تشكل النشاء نظرا لغياب  $CO_2$  (الملاحظة الأخيرة).
- بتلون العنصر (ع) بالأزرق البنفسجي بوجود الضوء و  $CO_2$  لتوفر جميع شروط صنع النشاء بالتركيب الضوئي (الملاحظة 3).
- تلون العنصر (س) وهو الميتوكوندري بأخضر جانوس الممدد مما يدل أنها مقر الأكسدة الخلوية (الملاحظة 1).
- ب - الظواهر المراد دراستها: • التركيب الضوئي على مستوى العناصر (ع). • التنفس (الأكسدة الخلوية) على مستوى العناصر (س).

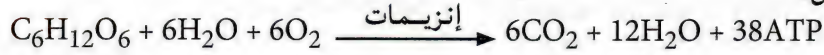
- 1 - أ - تحليل المنحنى (س): • خلال المرحلة المظلمة الأولى ثبات تركيز  $CO_2$  في الوسط. • خلال المرحلة الضوئية يبقى تركيز  $CO_2$  ثابتا مدة زمنية معينة (أب) ثم يمتص، في المرحلة الظلامية الثانية يستمر إمتصاص  $CO_2$  مدة زمنية (جد) ثم ثبات تركيزها في الوسط.
- الإستنتاج: إمتصاص (تثبيت)  $CO_2$  يتأثر بالضوء.
- تحليل المنحنى (ص): تزايد مستمر وتدرجي لتركيز  $CO_2$  في الوسط رغم تعاقب الظلام والضوء.
- الإستنتاج: طرح  $CO_2$  لا يتأثر بالضوء والظلام.
- ب - الظاهرة في (س): تركيب ضوئي (بناء) مقرها الصانعة الخضراء.
- الظاهرة في (ص): تنفس (هدم) مقره الهياوبلازم والميتوكوندري.
- ج - إن تثبيت  $CO_2$  يتطلب نواتج المرحلة الكيموضوئية.
- د - الجزء أ ب: عدم إستهلاك الـ  $CO_2$  رغم وجود الضوء لعدم تشكل بعد نواتج المرحلة الكيموضوئية  $(ATP + NADPH_2)$ .
- الجزء ج د: إستمرار تثبيت  $CO_2$  رغم غياب الضوء لوجود بقايا نواتج المرحلة الكيموضوئية عند تعرضها للضوء قبل نقلها للظلام.



- 2 - إسم التفاعلات: نزع الكربون، نزع الهيدروجين، تثبيت الـ H على الأوكسجين وتشكل الماء.  
نستخلص: • مصدر  $\text{CO}_2$  المنطلق هي مادة الأيض. • مصدر هيدروجين الماء هي مادة الأيض.
- 3 - العلاقة: نواتج التركيب الضوئي هي شروط للتنفس ونواتج التنفس هي شروط التركيب للضوئي.  
معادلة التركيب الضوئي:



معادلة التنفس:



## إجابة التمرين 79

I - 1 - تفسير النتائج : في الوسط 1: نمو الطحالب وتكاثرها في وسط معدني مرتبط بوجود الضوء الضروري لبناء إحتياجات الطحالب (التركيب الضوئي) ... تغذية ذاتية.  
في الوسط 2: الضوء غير ضروري لنمو وتكاثر الطحالب لإحتواء الوسط على الغلوكوز وهي مادة عضوية ضرورية لنشاط الطحالب ... تغذية غير ذاتية.

2 - التغذية الذاتية للطحالب تتطلب إمتلاكه للصناعات الخضراء المسؤولة عن صنع المادة العضوية وأيضاً الميتوكوندريات المسؤولة عن إنتاج الـ ATP اللازمة لنمو وتكاثر الطحالب والتغذية غير الذاتية تتطلب مواد عضوية وميتوكوندريات.

من خلال الشكل (1) تركيب العضية (ب) يدل على أنها ميتوكوندري ... تنفس.  
تركيب العضية (أ) يدل على أنها صانعة خضراء .... تركيب ضوئي.

II - 1 - القطعة أ- ب: تشير إلى عدم إستهلاك الـ  $\text{O}_2$  لغياب الميتوكوندري في الوسط.

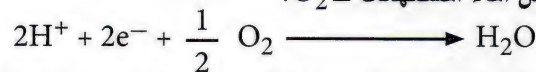
• عند ب : إضافة الميتوكوندريات تسبب إستهلاك طفيف للـ  $\text{O}_2$  ويعود هذا إلى وجود كميات ضئيلة من الجزيئات المتفاعلة :  $\text{ADP} + \text{Pi}$  + حمض البيروفيك.

• عند ب : إضافة الغلوكوز لم يؤثر من إستهلاك الـ  $\text{O}_2$  (لم يستهلك الـ  $\text{O}_2$  وتركيزه ثابت).

• عند ج : إضافة حمض البيروفيك يؤدي إلى أرتفاع مفاجئ في إستهلاك الـ  $\text{O}_2$  وهذا يدل على أن الميتوكوندريات غير قادرة على أكسدة الغلوكوز مباشرة ولكنها قادرة على أكسدة حمض البيروفيك.

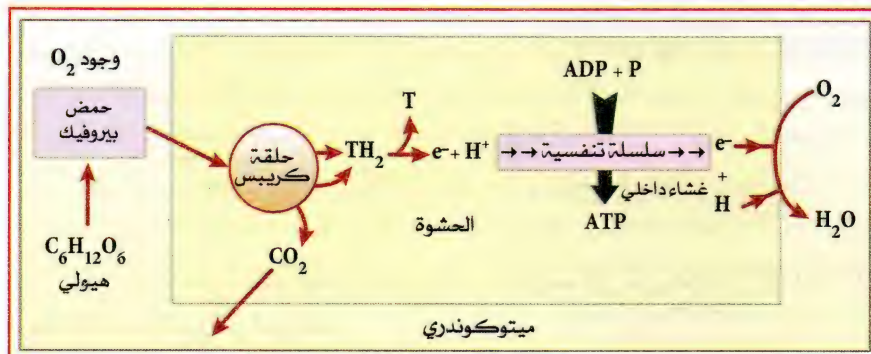
• عند د: إضافة  $\text{ADP} + \text{Pi}$  يسبب زيادة في إستهلاك الـ  $\text{O}_2$  لأن أكسدة حمض البيروفيك داخل الميتوكوندري يحرر طاقة تسمح بتركيب الـ ATP شرط توفر الـ  $\text{Pi} + \text{ADP}$ . وزيادة الـ  $\text{ADP}$  بالإضافة يزيد من سرعة تفكك حمض البيروفيك وإستهلاك الـ  $\text{O}_2$  وهذا يدل أيضاً على إزدواج ظاهرتي أكسدة المادة العضوية والفسفرة (تركيب ATP).

• إضافة السيانونور عند هـ: يوقف إستهلاك  $\text{O}_2$  لأن السيانونور يثبط إنتقال الـ  $\text{e}^-$  و  $\text{H}^+$  عبر السلسلة التنفسية فعدم تشكل الماء المستهلك لـ  $\text{O}_2$ .



- دولا العضيات (ب) في الخلية : تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى طاقة حيوية قابلة للإستعمال ATP.

- 2





- 1 - أ - البيانات: الشكل - أ - : ميتوكوندري.  
 أ - غشاء خارجي . ب - غشاء داخلي . ج - حيز بين الغشائين . د - مادة أساسية . ه - عرف.  
 الشكل - ب - : صانعة خضراء.  
 1 - غشاء خارجي . 2 - غشاء داخلي . 3 - حبيبية أو بذيرة أو جران . 4 - مادة أساسية .  
 5 - صفيحة .

ب - العضية - أ - «ميتوكوندري»: توجد في الخلايا النباتية والحيوانية.  
 العضية - ب - «صانعة خضراء»: توجد في الخلايا النباتية الخضراء فقط.

## 2 - الإستنتاج:

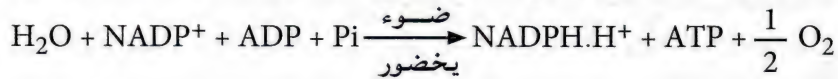
أ - التفاعلات مرتبطة بالضوء (كيموضوئية) لأنها تتوقف في الظلام، حيث يتحلل الماء ضوئياً وينطلق  $O_2$  وترجع النواقل T إلى  $TH_2$ ، وينتج عن ذلك جزيئات طاقة وهي الـ ATP.  
 ب - سير التفاعلات السابقة مرهون بوجود نواقل T لتستقبل الإلكترونات وهيدروجين الماء المتحلل.

## 3 - التحليل :

- في مرحلة (0-1) إنتشار الغلوكوز إلى الهياولبلازم.
- في مرحلة ثانية (2) إختفاء الغلوكوز، وظهور حمض البيروفيك في الهياولبلازم والميتوكوندري.
- في مرحلة الثالثة (3-4) إختفاء حمض البيروفيك نهائياً وظهور مركبات حلقة كريبس بالميتوكوندري وإنتلاق  $CO_2$  إلى الوسط الخارجي.
- نستخلص مايلي: تفكك الغلوكوز عبر مراحل وعلى مستويين هما: الهياولبلازم ، والميتوكوندري.

## 4 - المراحل الأساسية للتنفس:

- التحلل السكري مقره الهياولبلازم:  $2TH_2 + 2ATP + \text{حمض البيروفيك} \longrightarrow 2 \text{حمض البيروفيك} + 2ATP$
- الأكسدة التنفسية مقرها الميتوكوندري: تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم A ثم الدخول في حلقة كريبس ثم الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.
- المراحل الأساسية للتركيب الضوئي:
- المرحلة الكيموضوئية: التحلل الضوئي للماء وإرجاع النواقل وتشكل الـ ATP ومقرها التيلاكويد.

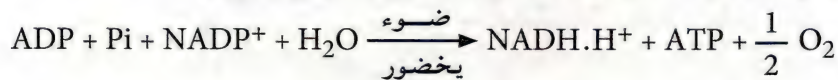


- المرحلة الكيموحيوية: إرجاع  $CO_2$  بإستخدام نواتج المرحلة الكيموضوئية لصنع المركب العضوي ومقرها في الحشوة.



## 1 - أ - تفسير النتائج :

- يحدث التحلل الضوئي للماء فينطلق الـ  $O_2$  لوجود كل من الضوء ومستقبل الإلكترونات فتتشكل النواقل المرجعة ويتشكل الـ ATP لوجود الـ ADP و  $Pi$ .
- عدم تشكل المركبات العضوية لغياب  $CO_2$  لأنه يدخل في تركيبها



- ب - يتوقف التحلل الضوئي للماء فيتوقف إنطلاق الـ  $O_2$  بعد أن ترجع كل جزيئات الـ  $NADP^+$  المضافة وهذا عند إضافة كمية محددة من النواقل للوسط.



- يتم تركيب الـ ATP إنطلاقاً من ADP والـ Pi بإستخدام الطاقة الناتجة عن تدفق البروتونات عبر الكريات المذنبة (ATPase) بكمية محدودة أيضاً لنفاذ مستقبل الإلكترونات.
- إذا زدنا الوسط بـ  $\text{CO}_2$  فإن النواقل المرجعة المتشكلة تتأكسد وبإستغلال الـ ATP يتم تركيب الجزيئات العضوية الضرورية لاستقبال الإلكترونات والبروتونات فيحدث التحلل الضوئي للماء فينتطلق الـ  $\text{O}_2$ . نعم في هذه الشروط يتم صنع الجزيئات العضوية.
- التعلييل: لتوفرنواتج المرحلة الكيموضوئية وهي الـ  $\text{NADPH.H}^+$  والـ ATP ووجود  $\text{CO}_2$ .
- 2 - أ - الإستخلاص بمقارنة التجارب الثلاث نستخلص :
  - يتم تشكيل الـ ATP (فسفرة الـ ADP) في شروط معينة.
  - وجود تدرج في تركيز البروتونات بين الوسط الخارجي وداخل الكييسات حيث  $[\text{H}^+]$  داخلية أكبر من  $[\text{H}^+]$  خارجية.
  - وجود كريات مذنبة على أغشية الكييسات.
  - لا تتطلب هذه العملية وجود الضوء.
- ب - نعم يتم الحصول على نفس النتائج.
- التعلييل: • في التجربة 1: وجود الضوء لا يؤثر على التدرج في تركيز البروتينات بين الوسطين (يبقى الوسط الداخلي أعلى تركيزاً بالبروتونات من الوسط الخارجي).
- في التجربة 2: عدم وجود الكريات المذنبة يعيق فسفرة الـ ADP حتى ولو حدث تدرج في تركيز البروتينات بين الوسطين.

### 3 - تحليل النتائج :

- لا يتم إستهلاك  $\text{O}_2$  ولا يتم تغيير كمية الـ ATP قبل إضافة حمض البيروفيك.
- في الزمن 2: إضافة حمض البيروفيك تؤدي إلى إستهلاك واضح لـ  $\text{O}_2$  وزيادة كمية الـ ATP في الوسط.
- في الزمن 3: عند إضافة ADP و Pi، يؤدي إلى إستهلاك معتبر لـ  $\text{O}_2$  وزيادة معتبرة في كمية الـ ATP.
- في الزمن 4: عند إضافة السيانونور يتوقف إستهلاك  $\text{O}_2$  وتوقف تركيب الـ ATP (ثبات كميته في الوسط).
- المعلومة المستخلصة:
- لا تستعمل الميتوكوندري الغلوكوز مباشرة بل تستعمل حمض البيروفيك (إستهلاك  $\text{O}_2$  وتركيب ATP).
- فسفرة الـ ADP مقرون بإستهلاك  $\text{O}_2$ .
- 4 - نعم.

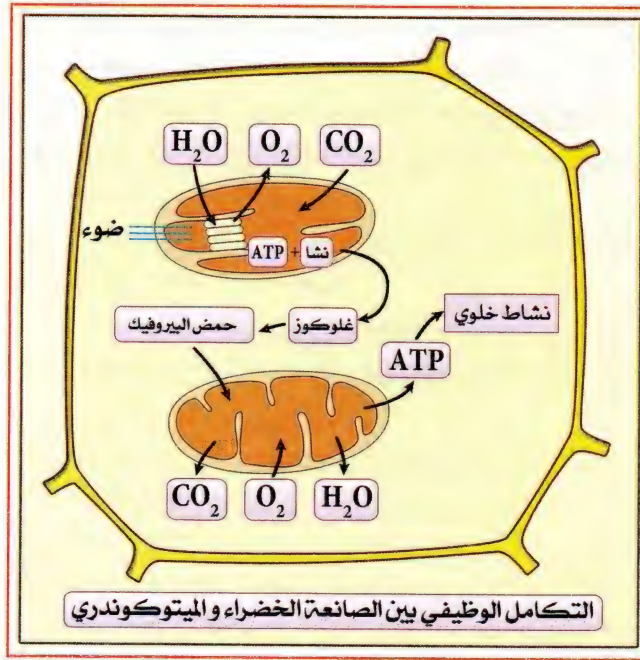
- التعلييل: • تركيب الـ ATP وتثبيطه من طرف السيانونور يدل على وجود المرحلة الخاصة بالفسفرة التأكسدية في السلسلة التنفسية.
- إستعمال حمض البيروفيك يدل على حدوث مرحلة الأكسدة الخلوية.

## 82 إجابة التمرين

- أ - 1 - بمقارنة التجريبتين 1 و 2 : نستنتج أن تركيب الـ ATP يشترط تدرج في تركيز  $\text{H}^+$  بين المادة الأساسية والحيز البين غشائي (على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري).
- بمقارنة التجريبتين 2 و 3 : نستنتج أن تركيب الـ ATP يشترط وجود وسلامة الكرات المذنبة وهي أنزيمات مركبة للـ ATP (ATP synthétase).
- 2 - رسم يوضح مراحل تركيب الـ ATP (الفسفرة التأكسدية - راجع التمرين 53).
- ب - الرسم في الصفحة الموالية.

يوجد تكامل وظيفي بين الميتوكوندري و الصانعة الخضراء حيث أن العضية الأولى هي مقر التنفس أما العضية الثانية فهي مقر التركيب الضوئي. تحتاج الظاهرة الأولى إلى  $\text{O}_2$  لهدم المادة العضوية ويطرح خلالها غاز  $\text{CO}_2$  الذي تحتاجه الظاهرة الحيوية الثانية لتثبيته وتركيب المادة العضوية الطاقوية ويطرح الـ  $\text{O}_2$  أي أن نتائج إحدى الظاهرتين هي شروط للظاهرة الأخرى.





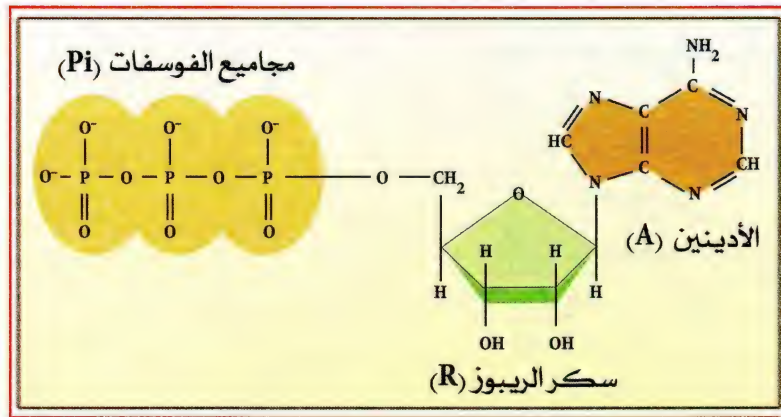
### 83 إجابة التمرين

الرقم	الظاهرة	المقر	المعادلة الإجمالية
1	المرحلة الكيموضوئية (الفسفرة الضوئية) من التركيب الضوئي.	التيلاكويد (الكيس)	$\text{H}_2\text{O} + \text{NADP}^+ + \text{ADP} + \text{Pi} \xrightarrow[\text{ATPase}]{\text{ضوء / يخضور}} \text{NADPH.H}^+ + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{ATP}$
2	المرحلة الكيموحيوية من التركيب الضوئي (تثبيت $\text{CO}_2$ )	حشوة الصانعة الخضراء	$\text{CO}_2 + \text{NADPH.H}^+ + \text{ATP} \xrightarrow{\text{إنزيم}} \text{NADP}^+ + [\text{CH}_2\text{O}] + \text{ADP} + \text{Pi}$
3	التحلل السكري	الهيالوبلازم	$\begin{array}{ccc} 2\text{ADP} + \text{Pi} & & 2\text{ATP} \\ \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 & \xrightarrow{\quad} & 2\text{CH}_3\text{COCO}^-\text{OH} \\ 2\text{NAD}^+ & & 2\text{NADH.H}^+ \end{array}$
4	حلقة كريبس والمرحلة الممهدة لها	الحشوة	$\begin{array}{ccc} \text{ADP} + \text{Pi} & & \text{ATP} \\ \text{CH}_3\text{COCO}^-\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O} & \xrightarrow{\quad} & 3\text{CO}_2 \\ 5\text{T}^+ & & 5\text{TH.H}^+ \end{array}$
	الفسفرة التأكسدية	الغشاء الداخلي	$\text{TH.H}^+ + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{ADP} + \text{Pi} \xrightarrow{\text{ATPase}} \text{T}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$

ب - مكونات جزيئة الـ ATP:

• قاعدة آزوتية وهي الأدينين A + سكر خماسي هو الريبوز R + ثلاث مجموعات فوسفاتية.



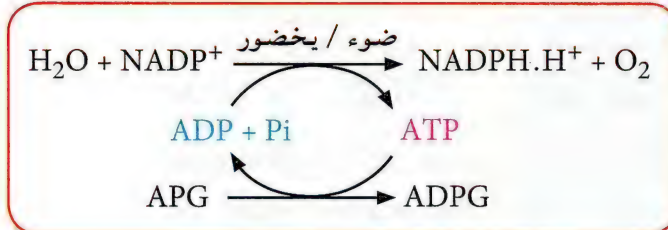


ج - جزيئة الـ ATP المتشكلة خلال المرحلة الكيموضوئية (1)، عند إتمامها ينتج عنها طاقة تستغل في المرحلة الكيموجيوية.

د - إتمام الـ ATP توفر الطاقة مباشرة (الظاهرة 2) وتستعمل هذه الطاقة في تفاعل تركيب PGAL من APG أي يحمل طاقة من مركب وينقله إلى مركب آخر فهو عامل توصيل طاقي.

تشكل الـ ATP المنتج الفوري للطاقة بدءاً من الطاقة الناتجة عن أكسدة الغلوكوز (الظواهر 3، 4).

يتشكل الـ ATP من تفاعلات الهدم ويستهلك في تفاعلات البناء.



هـ - (راجع التمرين 84)

## 84 إجابة التمرين

- 1 - البيانات : 1- جدار سيليلوزي. 2- هيالولازم. 3- نواة. 4- ميتوكوندري. 5- فجوة. 6- شبكة محببة.
- 2 - لإحتوائها على صانعة خضراء كبيرة فلها القدرة على صنع المركبات العضوية بعملية التركيب الضوئي.
- 3 - α - العنصر س: صانعة خضراء مقر التركيب الضوئي.
- العنصر ع: ميتوكوندري مقر الأكسدة الخلوية.
- a - β - الشكل (1): يمثل الفسفرة التأكسدية من التنفس الهوائي على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.
- الشكل (2): يمثل الفسفرة الضوئية (المرحلة الكيموضوئية) من التركيب الضوئي على مستوى التيلاكويد.

- b

الشكل (1) الفسفرة التأكسدية	الشكل (2) الفسفرة الضوئية
1 - الماء	1 - الماء
2 - الأكسجين	2 - الأكسجين
3 - الإلكترونات	3 - الإلكترونات
4 - البروتونات	4 - البروتونات
5 - ناقل مؤكسد $\text{NAD}^+$	5 - ناقل مؤكسد $\text{NADP}^+$
6 - ناقل مرجع $\text{NADPH.H}^+$	6 - ناقل مرجع $\text{NADPH.H}^+$



ADP + Pi _7	ADP + Pi _7
ATP _8	ATP _8
9 - سلسلة التركيب الضوئي	9 - سلسلة التركيب الضوئي
10 - عرف	10 - عرف
11 - غشاء خارجي	11 - غشاء خارجي
12 - غشاء داخلي	12 - غشاء داخلي
13 - كرية مذنبة (ATPase)	13 - كرية مذنبة (ATPase)
14 - حيز بين الغشائين	14 - حيز بين الغشائين
15 - الحشوة	15 - الحشوة
16 - الضوء	16 - الضوء

— c

الفسفرة التأكسدية (الشكل 1)	الفسفرة الضوئية (الشكل 2)	
أكسدة الناقل المرجعة $TH_2$ (FADH <sub>2</sub> و NADH <sub>2</sub> ) $TH_2 \longrightarrow T + 2H^+ + 2e^-$	من PSII و PSI من التحلل الضوئي للماء $H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 2H^+ + 2e^- O_2$	مصدر الإلكترونات (3 و 3)
أكسدة النواقل المرجعة $TH_2$	التحلل الضوئي للماء	مصدر البروتونات (4 و 4)
تنقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع بصورة تلقائية مع تحرير طاقة وعكس هذا الانتقال يحتاج إلى طاقة.		
• إنتقال الإلكترونات من $TH_2$ إلى الناقل النهائي (الـ $O_2$ ) من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع أعلى أي النقل تلقائي ويحرر طاقة.	• حركة الإلكترونات من $H_2O$ إلى المستقبل النهائي عبر الأنظمة الضوئية وسلسلة النواقل بفضل الفوتونات الضوئية. • تحفيز PSII بالفوتونات يسمح بانتقال الإلكترونات إلى PSI. • تحفيز PSI بالفوتونات يسمح بانتقال الإلكترونات إلى المستقبل النهائي T عبر النواقل. • إنتقال الإلكترونات من $H_2O$ إلى PSII تلقائي.	الآلية الفيزيائية
• إرجاع $O_2$ وتشكل الماء $H_2O$ $\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$	• إرجاع NADP إلى NADPH <sub>2</sub> $NADP + 2H^+ + 2e^- \rightarrow NADPH_2$	مصدر الإلكترونات والبروتونات
• إن التفاعلات المسؤولة عن إنتاج الـ ATP تحدث في مستوى السلسلة التنفسية الموجودة ضمن الغشاء الداخلي للميتوكوندري.	• أكسدة الأنظمة الضوئية PSII ، PSI بالفوتونات. • إنتقال الإلكترونات من PSII إلى PSI يحرر طاقة تسمح بضخ الـ $H^+$ نحو تجويف الكبيس.	تشكيل الـ ATP



<ul style="list-style-type: none"><li>• التحلل الضوئي للماء يؤدي إلى تحرير البروتونات وتراكمها وتكوين تدرج في تركيزها فخروجها عبر الكريات المذبذبة يحرر طاقة يؤدي إلى تشكل الـ ATP بوجود إنزيم ATPsynthetase.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• حيث يسبب إنتقال الإلكترونات عبر النواقل إلى إحداث تدرج في تركيز البروتونات بين حيز الغشائين والحشوة نتيجة ضخ البروتونات عبر المضخات من الحشوة الى الحيز.</li><li>• انتقال هذه البروتونات عبر الكريات المذبذبة إلى الحشوة حسب تدرج التركيز تتولد طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP بوجود إنزيم ATPsynthetase.</li></ul>	
$\text{H}_2\text{O} + \text{NADP} + \text{ADP} + \text{Pi} \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} \text{NADPH}_2 + \text{ATP} + \frac{1}{2} \text{O}_2$	$\text{TH}_2 + \text{O}_2 + \text{ADP} + \text{Pi} \rightarrow \text{T} + \text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$	المعادلة الإجمالية للمرحلة
<ul style="list-style-type: none"><li>• المرحلة الكيموحيوية (تفاعلات حلقة كالفن) إنزيمات</li><li>• مقرها حشوة الصانعة الخضراء.</li></ul> $\text{CO}_2 + \text{ATP} + \text{NADPH}_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} [\text{CH}_2\text{O}] + \text{NADP} + \text{ADP} + \text{Pi}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• التحلل السكري ومقره الهيالوبلازم يحول الجلوكوز إلى حمض البيروفيك.</li><li>• تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق الأنزيم (أ) ومقره حشوة الميتوكوندري (مرحلة ممهدة لحلقة كريبس).</li><li>• الدخول في حلقة كريبس: المقر الحشوة.</li></ul> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{NAD} + 2\text{ADP} + 2\text{Pi} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COCOOH} + 2\text{NADH}_2 + 2\text{ATP}$ $\text{CH}_3\text{COCOOH} + \text{CoA} - \text{SH} + \text{NAD} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{NADH}_2 + \text{Acetyl} - \text{CoA}$ $\text{Acetyl} - \text{CoA} + 3\text{NAD} + \text{FAD} + \text{ADP} + \text{Pi} \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{ATP} + 3\text{NADH}_2 + \text{FADH}_2$	المراحل الناقصة
<ul style="list-style-type: none"><li>• المعادلة الإجمالية للتركيب الضوئي:</li></ul> $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$	<ul style="list-style-type: none"><li>• المعادلة الإجمالية للتنفس:</li></ul> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + 38\text{ATP}$	المعادلة الإجمالية
النص العلمي	الشكل (2): يحدث التحلل الضوئي للماء وإرجاع النواقل فإنتقال الـ O <sub>2</sub> وتشكل الـ ATP.	الشكل (1): يحدث أكسدة النواقل وإرجاع الـ O <sub>2</sub> فتشكل الماء والـ ATP.

## إجابة التمرين 85

أ - 1 - تفسير النتائج التجريبية:

- المرحلة (1): • اختفاء اللون الأزرق يفسر بإرجاع BM بواسطة  $\text{H}^+$  الناتجة عن التحلل الضوئي للماء.
- عدم تركيب جزيئات عضوية يعود لغياب  $\text{CO}_2$  في الوسط.
- المرحلة (2): • بقاء اللون الأزرق لعدم إرجاع BM، نتيجة لعدم التحلل الضوئي للماء في الظلام.
- وعدم تركيب جزيئات عضوية رغم وجود  $\text{CO}_2$  يعود لعدم إرجاع BM إلى  $\text{BMH}_2$  الضرورية لإرجاع  $\text{CO}_2$  لتشكيل جزيئات عضوية.
- المرحلة (3): • اختفاء اللون الأزرق يعود إلى إرجاع BM بواسطة  $\text{H}^+$  الناتجة عن التحلل الضوئي للماء.
- عودة ظهوره ناتجة عن أكسدة  $\text{BMH}_2$  عن طريق تحرير  $\text{H}^+$ .
- تركيب الجزيئات العضوية ناتج عن تثبيت  $\text{CO}_2$  المتواجد في الوسط.

2 - دورة كالفن: (راجع التمرين 23).



3 - من المخطط نلاحظ أن  $6\text{CO}_2$  تساهم في تشكيل 12APG و 6RDP وجزئية فركتوز وتستهلك 18ATP و  $12\text{NADPH}_2$ .

$$144 = \frac{12 \times 72}{6} = \text{عدد APG إذا}$$

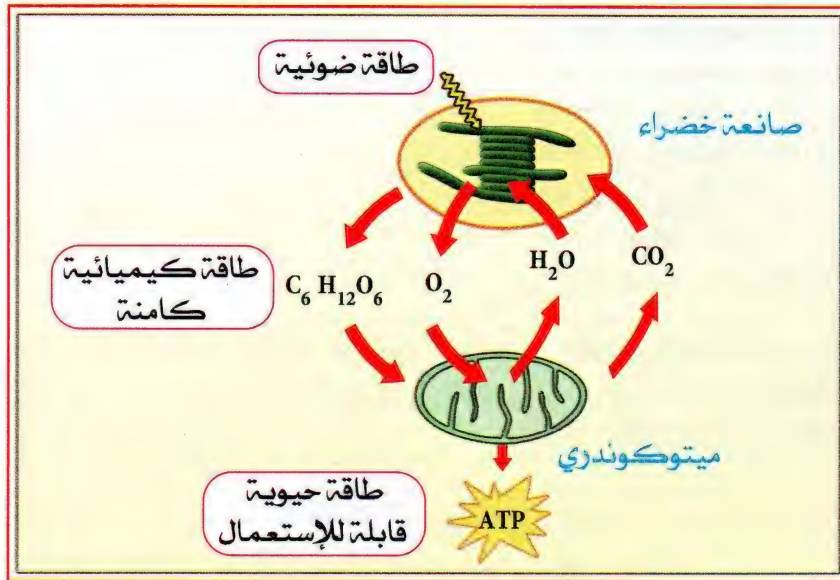
عدد RDP = 72 ،  $\text{NADPH}_2$  = 144 ، فركتوز = 12 ، ATP = 216

4 - أهمية الظاهرة: تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية الناتجة.

5 - تحليل المنحنى :

- قبل إضافة  $\text{O}_2$  للوسط: عدم تحرير البروتونات في الوسط لذا ثبات تركيز البروتونات في الوسط.
- من 1 إلى 2: زيادة معتبرة في تركيز البروتونات في الوسط عند إضافة  $\text{O}_2$  ثم تنخفض بصورة تدريجية.
- بعد 2: تناقص سريع في تركيز البروتونات في الوسط نتيجة إضافة FCCP .
- الخلاصة: • يعتبر الأكسجين المستقبل النهائي للبروتونات وتشكيل الماء.
- يعمل الـ FCCP على جعل ثقب في الغشاء فغياب فرق تدرج تركيز البروتونات فتوقف فسفرة الـ ADP إلى ATP.

ب - العلاقة الوظيفية بين الصانعة الخضراء والميتوكوندري.



## 86 إجابة التمرين

I - تفسير المنحنى:

- 1 - قبل إضافة  $\text{O}_2$ : يتوقف خروج  $\text{H}^+$  أي  $\text{PHe} = \text{PHi}$  في غياب الـ  $\text{O}_2$  لا تتم أكسدة النواقل . في وجود  $\text{O}_2$ : يزداد تركيز  $\text{H}^+$  في الوسط الخارجي وذلك لمدة معينة ثم يقل تدريجياً ليعود إلى حالته الأصلية. يفسر ذلك: لحدوث أكسدة النواقل فتحرير الـ  $\text{H}^+$  و  $\text{e}^-$  حيث تنتقل الـ  $\text{e}^-$  عبر إنزيمات السلسلة التنفسية لتستقبل في النهاية من قبل الـ  $\text{O}_2$  وأثناء إنتقال الـ  $\text{e}^-$  تتحرر طاقة تسمح بإنتقال الـ  $\text{H}^+$  إلى الوسط الخارجي أين يزداد تركيزها.

2 - العلاقة بين تدرج الـ PH وتكوين ATP.

- كلما كان الوسط الخارجي أكثر حموضة أدى إلى تشكل ATP بكميات أكبر (العلاقة طردية).  
التوضيح: إنتقال البروتونات ( $\text{H}^+$ ) وفق تدرج التركيز من الوسط الخارجي إلى الوسط الداخلي عبر الكرات المذبذبة التي تحتوي على انزيم الـ ATPase الذي ينشط بمرور  $\text{H}^+$  فيتحول ADP + Pi إلى ATP.

II - 1 - تحليل التجارب: في وجود الضوء ومعلق للصانعات يحدث:

- المجموعة الأولى (1): زوال اللون لمركب D-6-2 دليل على إرجاعه أي أنه إكتسب  $\text{e}^-$  (في وجود الضوء).  
المجموعة الثانية (2): في غياب الضوء لا يحدث إرجاع لـ D-6-2.



- المجموعة الثانية (3): رغم وجود الضوء لكن الصانعات مخربة لم يحدث إرجاع لـ D-6-2.
- النتيجة: الضوء وسلامة الصانعات ضروري لإرجاع مركب D-6-2.
- 2 - التفسير: في وجود الضوء يتحفز اليخضور ويفقد الإلكترونات يستقبلها مركب D-6-2 وبالتالي يزول لونه (إرجاعه).
- 3 - المرحلة هي: المرحلة الكيموضوئية.
- النواتج النهائية هي: • تحرير الـ  $O_2$ . • تشكل الـ ATP. • تشكل الـ  $NADPH.H^+$ .
- التعليل: تحدث المرحلة الأولى الكيموضوئية فقط ولا يتم تركيب المواد العضوية وهذا لغياب  $CO_2$ .

## اجابة التمرين 87

### 1 - تحليل الوثيقة (أ):

- 0 - ز1: تناقص طفيف في نسبة الأوكسجين في الوسط دلالة على إستهلاك ضعيف للـ  $O_2$  من قبل الميتوكوندري قبل إضافة الغلوكوز.
- ز1 - ز2: إضافة الغلوكوز للوسط لم يغير من إستهلاك الـ  $O_2$  إي يبقى التناقص طفيفا.
- بدءا من ز2: إضافة حمض البيروفيك يتبع بتناقص معتبر لنسبة الـ  $O_2$  في الوسط (زيادة معتبرة في إستهلاك  $O_2$ ).
- النتيجة: تستعمل الميتوكوندري حمض البيروفيك كمادة للأيض خلال القيام بوظيفتها و غير قادرة على إستعمال الغلوكوز مباشرة.
- تحليل الوثيقة (ب):

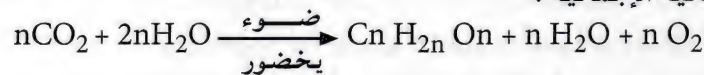
- 0 - ز1: تناقص في نسبة الأكسجين في الوسط لان المواد البيولوجية تتنفس.
- ز1 - ز2: يبقى تناقص في نسبة الـ  $O_2$  من الوسط مستمرا رغم الإضاءة لأنها لن تقم بتحليل الماء.
- ز2 - ز3: زيادة معتبرة لنسبة الـ  $O_2$  في الوسط لأن الصانعة تطرح الـ  $O_2$  بكمية معتبرة إلى الوسط بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات.
- بدءا من ز3: تناقص نسبة الـ  $O_2$  في الوسط بحدوث التنفس على مستوى الميتوكوندري (يوجد مع الصانعات بعض الميتوكوندري).
- النتيجة: تفاعلات الأكسدة والإرجاع هي أصل طرح الـ  $O_2$  ويستوجب ذلك وجود مستقبلات تثبت الإلكترونات المنزوعة من اليخضور بوجود الضوء (أن المستقبلات الطبيعية لليخضور قد خربت نتيجة التجربة) أي أن طرح الـ  $O_2$  يتطلب وجود الضوء ومستقبل الإلكترونات.

- 2 - الظاهرة التي تحدث على مستوى الميتوكوندري هي التنفس الهوائي.
- الظاهرة التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء هي التركيب الضوئي.

## اجابة التمرين 88

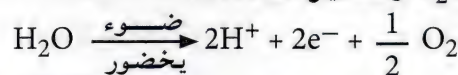
- 1 - أ - العضية هي: الصانعة الخضراء.
- البيانات: 1 - غشاء خارجي. 2 - غشاء داخلي. 3 - صفيحة. 4 - الحشوة (مادة أساسية).
- 5 - كيبسات (تيلاكويد).

ب - المعادلة الكيميائية الإجمالية:

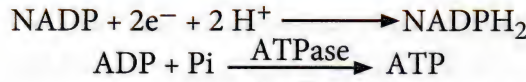


- المراحل الأساسية:

- المرحلة الكيموضوئية: مقرأها: التيلاكويد (الكيبسات) تكمن هذه المرحلة في: التحليل الضوئي للماء وإرجاع النواقل وإنطلاق الـ  $O_2$  وتشكيل الـ ATP.







• المرحلة الكيموحيوية: مقرها: الحشوة (المادة الأساسية)

ترجع  $\text{CO}_2$  بالنواقل المرجعة و بوجود الـ ATP (نواتج المرحلة الكيموضوئية) فيتشكل السكر.

- 2 - أ - البيانات: 1- طاقة ضوئية. 2-  $\text{CO}_2$ . 3-  $\text{H}_2\text{O}$ . 4- تركيب ضوئي. 5-  $\text{O}_2$ . 6- سكر (جلوكوز).  
7-  $\text{O}_2$ . 8- تنفس. 9-  $\text{CO}_2$ . 10- ATP. 11- ADP. 12- Pi.  
13- تركيب حيوي، إنقسام خلوي، تقلص عضلي، نقل فعال، حرارة داخلية.  
ب - تحديد طبيعة الطاقة: I - طاقة ضوئية.  
II - طاقة كيميائية كامنة.  
III - طاقة حيوية قابلة للاستعمال (ATP).

### إجابة التمرين 89

- 1 - مكونات الـ ATP : سكر ريبوز + قاعدة آزوتية (الأدينين) + ثلاثة مجموعات فوسفاتية.  
أي أدينوزين + ثلاث مجموعات فوسفاتية.  
الرسم التخطيطي : (راجع إجابة التمرين 97).  
2 - • لوجود روابط غنية بالطاقة.  
• تسمح بتوفير الطاقة الضرورية الفورية بإمالتها.  
3 - أ - المعلومات: يعتبر كل من التفاعلين (أ) و(ب) تفاعل توازجي: تفاعل ماص للطاقة وتفاعل ناشر للطاقة.  
هذه الموازنة تسمح باستغلال الطاقة في كل مرة لتركيب جزيئات طاقوية.  
ب - يتشكل الـ ATP أثناء تفاعلاته الهدم.  
يستهلك الـ ATP أثناء تفاعلات البناء.  
4 - أ - العضية - أ - هي ميتوكوندري.  
العضية - ب - هي الصانعة الخضراء.  
البيانات: 1- غشاء خارجي. 2- غشاء داخلي. 3- صفيحة (تيلاكويد). 4- حشوة. 5- حبيبة.  
6- غشاء خارجي. 7- غشاء داخلي. 8- حيز. 9- حشوة. 10- عرف.  
ب - العضية - أ - ظاهرة التركيب الضوئي.  
العضية - ب - ظاهرة تنفس (أكسدة خلوية).

### إجابة التمرين 90

- 1 - العضية (X) هي الميتوكوندري:  
2 - أ - الظاهرة التي تحدث في مستوى الميتوكوندري هي الأكسدة الخلوية.  
التفاعل الإجمالي:  
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + 38\text{ATP}$$
  
ب - الكتلة المولية للغلوكوز  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180$  غ.  
كمية الطاقة لمول غلوكوز 15,9 كيلوجول  $\times 180 = 2860$  كيلوجول.  
ج - بما أن صافي إنتاج الطاقة يبلغ 38 مول ATP للمول الواحد من الجلوكوز وأن تشكل جزيئة واحدة من ATP يتطلب طاقة تعادل 30 كيلوجول لذا يمكننا تقدير الطاقة المخزنة على شكل ATP عند استعمال جزيئة جلوكوز على الشكل التالي:  $38\text{ATP} \times 30 = 1140$  كيلوجول.  
المردود الطاقوي  $= 1140 \times 100 / 2860 = 40\%$  كيلو جول.  
3 - العلاقة الموجودة بين الميتوكوندريا والنشاط الفيزيولوجي للخلية هي :  
• إمداد النطاق بالطاقة اللازمة لضمان حركة الأسواط.



- إمداد الألياف العضلية بالطاقة اللازمة لضمان تقلصها.
- إمداد الخلايا الأم للكريات الحمراء بالطاقة اللازمة لتكوين البروتين (خضاب الدم).

4 - عنوان الشكل 1 : غشاء خارجي.

الطبيعة الكيميائية للمركبات: دسم فسفوري - بروتين.  
الشكل 2 : الغشاء الداخلي.

الطبيعة الكيميائية للمركبات: دسم فسفوري ، بروتين

المركبات	
الغشاء الخارجي	40 % دسم، 60 % بروتين (نفس مركبات الغشاء الهيلي)
الغشاء الداخلي	20 % دسم + 80 % بروتين، بروتينات خاصة (ناقل الإلكترونات وناقل البروتونات وهي إنزيمات الأكسدة والإرجاع) وإنزيمات مركبة للـ ATP.

5 - خلال التنفس الهوائي جزيئة واحدة من الغلوكوز تعطي 38 جزيئة ATP.

إذن عدد جزيئات الجلوكوز = وزن الجلوكوز المستهلكة / وزن جزيئة الجلوكوز  $400 = 200 / 0.5$  جزيئة جلوكوز  
إذن 400 جزيئة جلوكوز تشكل:  $15200 = 38 \times 400$  جزيئة ATP.

## 91 إجابة السؤال

أ - 1 - تفسير الملاحظات:

**التجربة - 1 :** نلاحظ أن البكتيريا إتجهت نحو حافة الصفيحة وحول الفقاعة الهوائية بحثا عن الأكسجين وذلك لوفرة الأكسجين في الموقعين.

**التجربة - 2 :** نظرا لوجود المادة الشمعية التي تمنع مرور الهواء لذلك نجد أن البكتيريا توزعت في كامل الصفيحة عشوائيا.

**التجربة - 3 :** نلاحظ أن البكتيريا تتجه نحو الفقاعة وحافة الصفيحة بحثا عن الأوكسجين لعدم قيام الأشنة بالتركيب الضوئي فعدم طرح الأوكسجين من قبلها وتقوم بالتنفس فقط

**التجربة - 4 :** بوجود الضوء فالأشنة تقوم بعملية التركيب الضوئي فتطرح الأوكسجين لذا نجد البكتيريا تتجه نحو خيط الأشنة لوجود الأوكسجين.

**التجربة - 5 :** نلاحظ تجمع البكتيريا حول خيط الأشنة بصورة غير متماثلة حيث يوجد تجمع كبير في منطقة الإشعاعات الحمراء و البنفسجية وقليلة في مناطق الإشعاعات الأخرى ومنعدمة في منطقة الإشعاعات الخضراء مما يدل على أن شدة التركيب الضوئي تختلف حسب طول الموجة.

2 - الملاحظة المتوقعة: • بوجود المادة الشمعية تتوزع عشوائيا في كامل الصفيحة.

• بغياب المادة الشمعية تتجه نحو حواف الصفيحة وحول الفقاعات الهوائية إن وجدت لأن اليخضور الخام تمتص الإشعاعات الضوئية بكمية كبيرة فلا تصل إلى الأشنة، لذلك تنخفض شدة التركيب الضوئي.

3 - الإنتاج: الإشعاعات الأكثر امتصاصا هي الأكثر أهمية أو فعالية في عملية التركيب الضوئي.

4 - إستعملت البكتيريا كمقياس حيوي (جهاز) لمعرفة تركيز الـ  $O_2$  وبالتالي تحديد شدة التركيب الضوئي والعلاقة بين عدد البكتيريا المتجمعة وشدة التركيب الضوئي طردية.

ب - 1 - المعلومات :

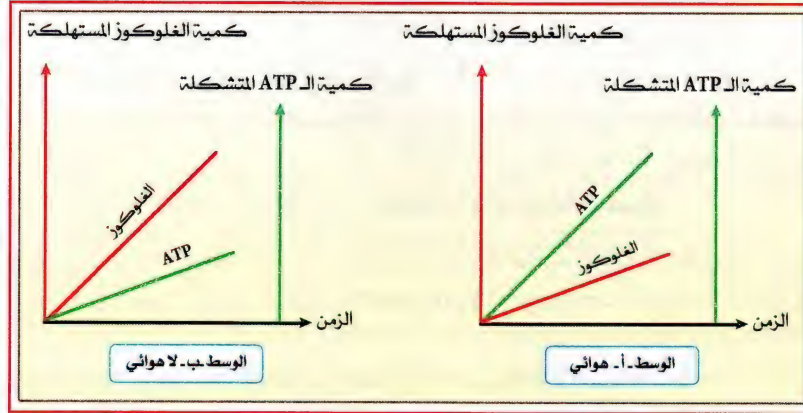
في الوسط الهوائي: إستهلاك كمية قليلة من الجلوكوز ← إنتاج كمية كبيرة من الطاقة ← نمو معتبر للخميرة  
← إذا الهدم كان تاما (تنفس).

في الوسط اللاهوائي: إستهلاك كبير للجلوكوز ← إنتاج كمية قليلة من الطاقة نمو ضعيف للخميرة ← إذا هدم الجلوكوز كان جزئيا (تخمير).

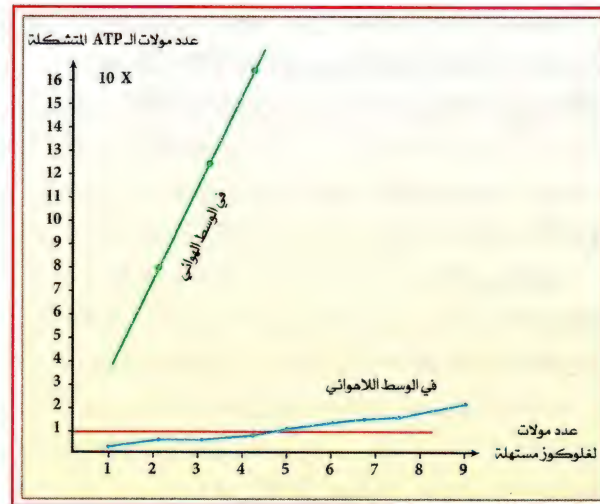


2 - إن النشاطات الخلوية المتمثلة في الإنقسام الخلوي وصنع البروتينات تتطلب طاقة، حيث أنها نشيطة في الوسط الهوائي وضعيفة في الوسط اللاهوائي مما يدل على أن الطاقة التي توفرت في الوسط "أ" الهوائي معتبرة وكانت أكبر من الطاقة التي توفرت في الوسط "ب" اللاهوائي وهذا يدعم المعلومات الموجودة في الجدول.

- 3



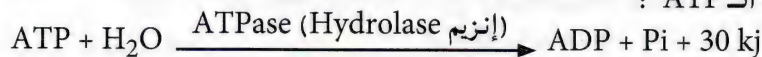
التعليق: في الوسط الهوائي "أ": التفكك تام فكل مول غلوكوز ينتج 38 مول ATP. في الوسط اللاهوائي "ب": التفكك جزئي فكل مول غلوكوز ينتج 2 مول ATP. مثلاً للحصول على نفس الكمية من الـ ATP الخميرة تستهلك عدداً كبيراً جداً من جزيئات الغلوكوز في الوسط اللاهوائي عما هو في الوسط الهوائي بنسبة 1/19 أي الخميرة تستهلك 1 مول غلوكوز للحصول على 38 جزيئة ATP في الوسط الهوائي. في حين في الوسط اللاهوائي تستهلك 19 مول غلوكوز للحصول على 38 جزيئة ATP. والمنحنى الموالي يوضح العلاقة بين عدد مولات الغلوكوز المستهلكة وعدد مولات الـ ATP المتشكلة في الوسط الهوائي واللاهوائي.



## 92 إجابة التمرين

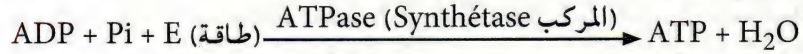
- 1 - البيانات: 1-ATP. 2-NADPH<sub>2</sub>. 3-الغلوكوز. 4-النشاء. 5-حمض البيروفيك. 6-الأكسدة الخلوية. 7-O<sub>2</sub>. 8-CO<sub>2</sub>. 9-NADH<sub>2</sub>. 10-إيثانال. 11-إيثانول.

2 - أ - معادلة إمهاء الـ ATP :





الإنزيم: هو الإنزيم المميه للـ ATP (إنزيم ATPase هيدروليز Hydrolase)  
والإنزيم الآخر: هو إنزيم التركيب (ATP سنتاز)



ب - الأحرف: أ- سكر الريبوز. ب- قاعدة الأدينين. ج- ثلاث مجموعات فوسفاتية.  
ج - لإحتوائها على روابط فوسفاتية غنية بالطاقة.

روابط غنية بالطاقة



3 - أ - لتوليد الحرارة لتعويض الحرارة المفقودة (1).

• لا انتقال مادة عكس تدرج التركيز (النقل الفعال) (3).

• الطاقة اللازمة للحركة كالتقلص العضلي (3) (4) وحركة الأميبا (2).

ب - لا يمكن إقتراح بدائل الـ ATP للحصول على الطاقة لأنه المصدر الوحيد للحصول على الطاقة المباشرة في النشاطات الخلوية فهي اذا تمثل العملة المتداولة بين الخلية و نشاطاتها.

### اجابة التمرين 93

1 - البيانات: 1- جدار سيليلوزي. 2- غشاء هيولي. 3- شبكة محبة. 4- ميتوكوندري. 5- نواة.

6- صانعة خضراء. 7- هيالوبلازم. 8- فجوة.

2 - رسم الصانعة والميتوكوندري راجع التمرين 89 أو 94.

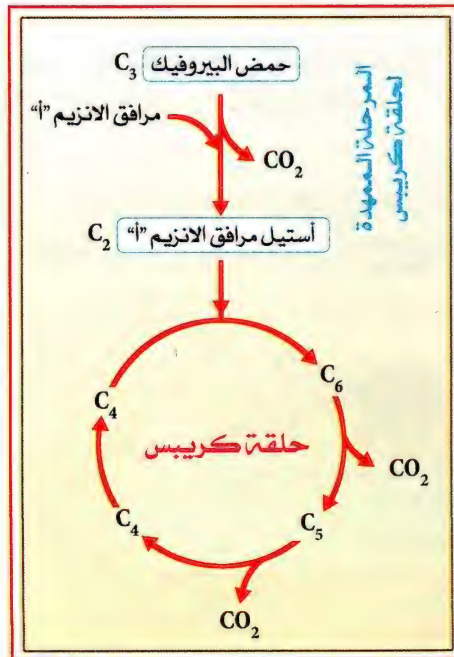
3 - أ - تفسير النتائج:

• بين (0 - 1) في وجود الغلوكوز بقي حجم  $\text{O}_2$  و  $\text{CO}_2$  ثابتا (لم يتم إستعمال الغلوكوز).

• بعد 1 عند إضافة حمض البيروفيك نقص حجم  $\text{O}_2$  وزاد حجم  $\text{CO}_2$  (تم إستعمال حمض البيروفيك).

الاستنتاج : الميتوكوندري قادرة على استعمال حمض البيروفيك مباشرة كمادة أيضية وغير قادرة على استعمال الغلوكوز.

ب - العلاقة بين حمض البيروفيك و  $\text{CO}_2$ : ينتج  $\text{CO}_2$  من تفكك حمض البيروفيك.  
المخطط الإجمالي:





ج - النتائج عند إضافة خلايا الفطر: لا تتغير النتائج.  
التعليق: إضافة الغلوكوز: الخلايا كاملة قادرة على إستعمال الغلوكوز كمادة أيض فتحوه إلى حمض البيروفيك في الهيمولي، تتواصل بعد ذلك أكسدة حمض البيروفيك داخل الميتوكوندري بإستعماله الـ  $O_2$  وطرح  $CO_2$  لذلك تظهر نفس النتائج الملاحظة في الوثيقة (2).  
أما إضافة حمض البيروفيك فيستعمل مباشرة من طرف الميتوكوندري داخل الخلية الكاملة فنتحصل على نفس نتائج بعد 1.

4 - أ - تفسير النتائج:

• في الظلام كمية السكر و  $O_2$  و  $CO_2$  ثابتة في الوسط.  
• عند تعريض الصانعة الخضراء للضوء تزداد كمية السكر والـ  $O_2$  وتنخفض كمية  $CO_2$ . نفس ذلك بانه في وجود الضوء تقوم الصانعة الخضراء بالبناء الضوئي فتركب السكر إنطلاقاً من تثبيت  $CO_2$  ويتم خلال هذه الظاهرة تحرير  $O_2$  من التحلل الضوئي للماء.  
ب - التجربة المقترحة :

مبدأ التجربة : إستعمال طريقة الوسم بالعناصر المشعة.  
• نضع أشنة خضراء في وسط ملائم يحوي  $CO_2^*$  كاربونه مشع ومعرض للضوء نلاحظ تشكل سكريات تحوي  $C^*$  مشع.  
• نضع أشنة خضراء في وسط ملائم يحوي  $H_2O^*$  ذو أوكسجين مشع ومعرض للضوء نلاحظ أن الـ  $O_2^*$  المنطلق مشعا.  
(\* تعني الإشعاع)

الخلاصة : • مصير غاز الفحم الممتص: يدخل في تركيب السكر.

• مصدر الأوكسجين  $O_2$  المطروح : التحليل الضوئي للماء.

ج - وظيفة العنصر 6: تقوم الصانعة الخضراء بوجود الضوء بامتصاص  $CO_2$  وطرح  $O_2$  أي تقوم بالتركيب الضوئي، تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في جزيئات السكر.

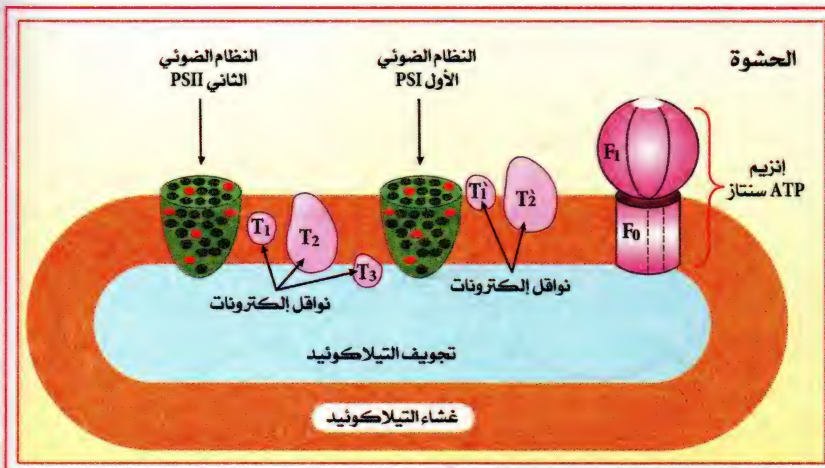
د - مفهوم الكائن الحي ذاتي التغذية: الكائن ذاتي التغذية هو الذي يستطيع أن يستعمل المواد المعدنية كمصدر وحيد لتركيب مواده العضوية مثل النبات الأخضر.

## إجابة التمرين 94

I - 1 - التعرف على العناصر المرقمة :

1- غشاء خارجي للميتوكوندري. 2- غشاء داخلي للميتوكوندري. 3- حيز بين الغشائين. 4- بذيرة.  
5- صفيحة حشوية. 6- غلاف الصانعة. 7- حبيبة نشاء. 8- حشوة الصانعة. 9- عرف.  
10- حشوة الميتوكوندري.

2 - رسم تخطيطي للبنية الجزيئية لأحد مكونات العنصر 4 (الكيس).





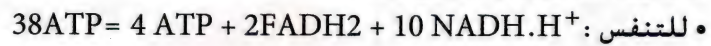
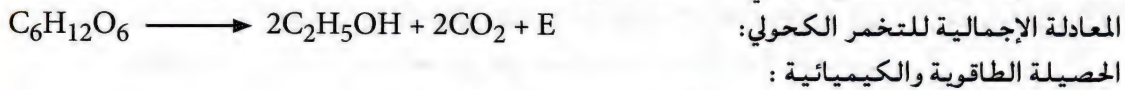
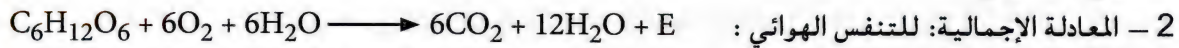
مكونات الغشاء الخارجي للميتوكوندري	مكونات الكبيس
- وجود قنوات كبيرة (بورين) تشكلها بروتينات.	- وجود أنظمة ضوئية PSI و PSII مرتبطة بروتينات ناقل الإلكترونات.
- طبقة مضاعفة من الدسم.	- ناقل للبروتونات T2
	- كريات مذبذبة تحتوي (ATP Synthase).
	- طبقة مضاعفة من الدسم.

3 - وصف الصانعة الخضراء: (راجع إجابة التمرين 2) عضيات خلوية تتواجد في خلايا حقيقية النواة النباتية وحيدات الخلايا ومتعددات الخلايا وهي مقر لعملية تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة تحتوي من الخارج نحو الداخل: غشاء خارجي - داخلي - صفائح حشوية داخل الحشوة التي تحتوي على ريبوزومات ADN الصانعات الخضراء.... الخ.

## II - 1 - الظاهرة الطاقوية المناسبة للحصيلة (س) و(ص):

س : التخمر الكحولي.

ص : التنفس.



3 - الأطوار ومقر كل طور :

0 - 1: التحلل السكري.

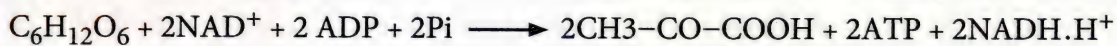
مقره : الهيولى.

1 - 2: المرحلة الممهدة لحلقة كريبس وحلقة كريبس. مقره : المادة الأساسية للميتوكوندري.

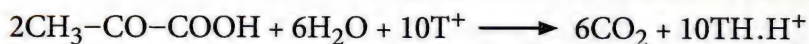
2 - 3: الفسفرة التأكسدية. مقرها : الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

4 - المعادلة الإجمالية لكل طور.

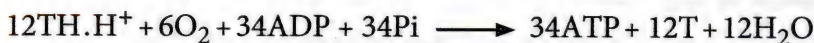
التحلل السكري :



المرحلة التمهيدية لحلقة كريبس وحلقة كريبس :



الفسفرة التأكسدية :



5 - أ - تفسير المنحنيات والعلاقة : إثر حقن  $O_2$  نلاحظ زيادة في تركيز  $H^+$  في الوسط نتيجة أكسدة

المرافقات الإنزيمية ( $TH.H^+$ ) وحركة الإلكترونات يسمح بضغط البروتونات عن طريق المضخات إلى

الحيز ما بين الغشاءين وهذا في الفترة 1 - 2 هذا التدفق يؤدي إلى إحداث فارق في تركيز البروتونات

التي تنتقل عبر الكريات المذبذبة بالميز، بعد 3 يثبت الـ PH ليعود البروتونات إلى الحالة الأصلية.

العلاقة : تناسب طردي بين تركيز  $H^+$  في الوسط وتشكل ATP.

كلما زاد تركيز البروتونات في الوسط يساهم في تركيب الـ ATP.

ب - الرسم: راجع التمرين 53.



1 - الاختلافات البنيوية:

الشكل (أ) لا يحتوي على صانعات خضراء لغياب الضوء.

الشكل (ب) يحتوي على صانعات خضراء لوجود الضوء.

التعليل : اليوجلينا لا تشكل صانعات خضراء إلا بوجود الضوء.

2 - تمثل العضية A: صانعة خضراء وعلى مستواها تتم ظاهرة التركيب الضوئي.

تمثل العضية B: ميتوكوندري على مستواها تتم ظاهرة الأكسدة الخلوية.

3 - التفسير :

- في الوسط (1) في وجود الضوء : تحول اليوجلينا (الماء والأملاح المعدنية) إلى مواد عضوية أثناء عملية التركيب الضوئي لاحتوائها على صانعة خضراء، ثم لاحتوائها على ميتوكوندري يتم هدم كلي للمادة العضوية أثناء التنفس لتركيب طاقة على شكل ATP اللازمة لحركتها وتكاثرها وفي غياب الضوء تموت لغياب المادة العضوية.
- في الوسط (2) رغم غياب الضوء تتمكن اليوجلينا من إنتاج الطاقة اللازمة لحركتها وتكاثرها أثناء تنفسها نتيجة احتواء الوسط للمادة العضوية (الغلوكوز).

4 - تحليل المنحنى: يمثل المنحنى كمية الـ  $CO_2$  المشع وكمية اليخضور بدلالة الزمن.

نلاحظ أنه بزيادة كمية الـ  $CO_2$  المشع الممتص من طرف اليوجلينا تزداد كمية اليخضور المتشكلة.

الاستخلاص: عملية التركيب الضوئي هي عملية محفزة لتركيب اليخضور.

5 - الرسم التركيبي : (راجع إجابة التمرين 85).

I - أ - البيانات:

الرقم	العنصر	الرقم	العنصر	الرقم	العنصر	الرقم	العنصر
1	ماء	4	$ATP + NADPH_2$	7	حمض البيروفيك	10	هيولى أساسية
2	$O_2$	5	نشاء	8	ATP		
3	$CO_2$	6	غلوكوز	9	غشاء هيولى		

ب - تعليل الترتيب :

• في العضية (B) ترتيب (1) و(2) و(3) تصاعدياً لأنه في بداية المرحلة الضوئية يتحلل الماء أولاً (1) ثم يتحرر  $O_2$  (2) ثم في المرحلة الظلامية يثبت  $CO_2$  (3).

• في العضية (A) ترتيب (1) و(2) و(3) تنازلياً لأنه أثناء التأكسدة الخلوية يتحرر  $CO_2$  (3) أولاً ثم يتم إرجاع  $O_2$  (2) بعد أكسدة النواقل ثم يتشكل الماء (1) بإتحاد  $O^{2-}$  مع  $2H^+$ .

II - أ - إعادة الرسم مع كتابة البيانات (راجع إجابة التمرين 97).

ب - التعليل : تعتبر هذه الجزيئة ذات قدرة طاقوية عالية لاحتوائها على روابط ذات طاقة عالية عند إماهتها تتحرر هذه الطاقة.

ج - تعليل استعمال الطاقة:

• شكل (أ): البناء استعمال الخلية للطاقة في بناء العديد من المركبات منها انطلاقاً من جزيئات بسيطة وتصرف في ذلك لتكوين الروابط الجديدة.

• شكل (ب): النقل الفعال تصرف الخلايا طاقة لنقل الشوارد عكس تدرج التركيز كما هو الحال في حالة الألياف العصبية المحافظة على كمون الراحة.



• شكل (ج): عند البلعميات تصرف جزء من الطاقة من أجل الحركة وبلعمة الجزيئات المختلفة.

## إجابة التمرين 97

**I - 1 - أ -** التعرف على العناصر المرقمة : 1- نواة، 2- ميتوكوندري، 3- هيولى، 4- فجوة، 5- صانعة خضراء، 6- جدار سيليلوزي.

ب - نوع الخلية : خلية نباتية يخضورية.

التعليل: - وجود صانعات خضراء، وجود جدار سيليلوزي، وجود فجوة نامية.

2 - أ - درجة إمالة الجزيئة "س": إمالة كلية.

ب - الوحدة المبينة في الوثيقة (02): سكر خماسي (الريبوز).

أهميته في العضوية : يدخل في بناء الأحماض النووية (ADN، ARN) والمركبات الطاقوية.

ج - بقية الوحدات هي: • قاعدة آزوتية (أدينين A).

• ثلاثة جزيئات حمض الفسفور (P).

د - الجزيئة (س) هي : ATP (أدينوزين ثلاثي الفوسفات).

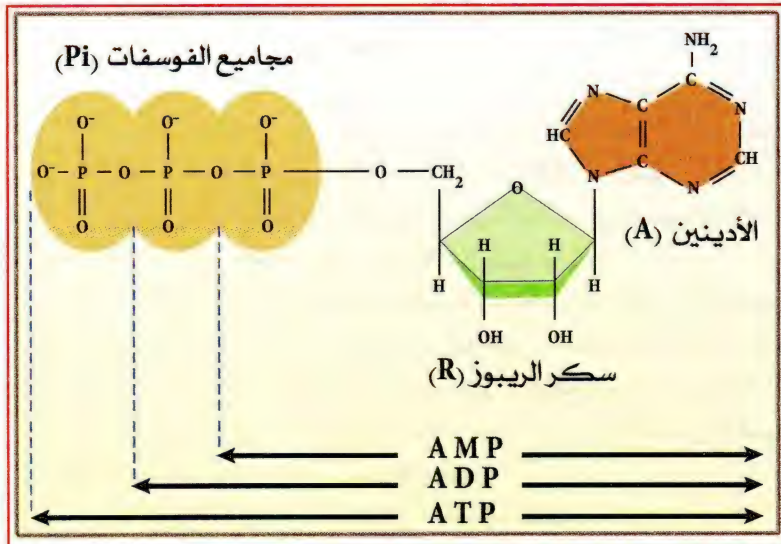
ذات قدرة طاقوية عالية : لاحتوائها على رابطتين غنيتين بالطاقة، وعند إمالتها تحرر طاقة فورية.

هـ - الرسم :

A : أدينين

R : ريبوز

P : حمض فوسفور



**II - 1 - أ -** شروط انطلاق الأكسجين: في الشكل (1): وجود الضوء، واليخضور.

2 - الظاهرة الطاقوية المدروسة هي : التركيب الضوئي.

3 - مراحل الظاهرة :

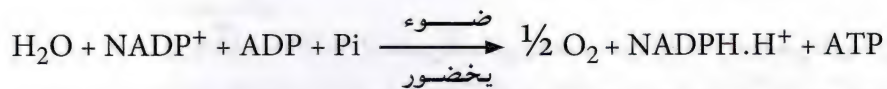
• مرحلة كيموضوئية وتتطلب وجود الضوء بشكل مباشر، يخضور وماء إضافة لمستقبل الإلكترونات.

• مرحلة كيموجيوية : لا تتطلب الإضاءة بشكل مباشر، بل تتطلب نواتج المرحلة الكيموضوئية و  $CO_2$ .

4 - نعم، يمكن للمرحلة الظلامية أن تحدث في وجود الضوء بتوفر  $CO_2$  نتيجة تشكل نواتج المرحلة

الكيموضوئية حيث يتم تثبيت  $CO_2$  وتركيب السكر.

5 - المعادلة الإجمالية للمرحلة الكيموضوئية :



المعادلة الإجمالية للمرحلة الظلامية :





6 - مخطط وظيفي يمثل العلاقة بين المرحلتين: راجع التمرين 36.

ب - 1 - كتابة البيانات : 1 - عرف، 2 - كريات مذبذبة، 3 - غشاء داخلي، 4 - غشاء خارجي.  
5 - مادة أساسية (حشوة)،

2 - أ - المعلومات المستخلصة :

من 1 - 2 : الميتوكوندري لا يستهلك الغلوكونز كمادة أيض مباشرة بل تستهلك حمض البيروفيك.

من 2 - 3 : استهلاك حمض البيروفيك وإنتاج الطاقة من طرف الميتوكوندري يتطلب وجود الـ  $O_2$ .

من 2 - 6 : الأكسجين الممتص هو المستقبل النهائي للالكترونات في السلسلة التنفسية.

ب - تفسير النتائج المحصل عليها في المرحلة (04): رغم نزاع الكريات المذبذبة إلا أن تركيز الـ  $O_2$

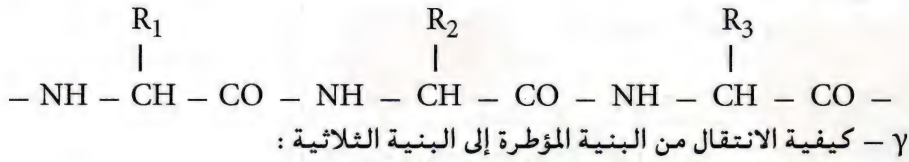
يتناقص في الوسط دلالة على استمرار أكسدة النواقل المرجعة نتيجة سلامة السلسلة التنفسية

لكن لا تتشكل إلا كمية قليلة من ATP مصدرها حلقة كريس.

ج - مقرر إنتاج الـ ATP على مستوى الكريات المذبذبة في الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

## 98 إجابة التمرين

I - 1 - أ -  $\alpha$  - التعرف على البنية: هي بنية ثلاثية الأبعاد للبروتين لاحتوائها على سلسلة بيبتيديدية واحدة.  
 $\beta$  - بنية الجزء المؤطر:



• الجزء المؤطر عبارة عن بنية أولية.

• انطواء البنية الأولية (هنا تحلزنها) أول وثاني وتشكل و رابط متنوعة تحافظ عليها:

هيدروجينية ، كارهة للماء ، شاردية وثنائية الكبريت.

هذا الانتقال أساسيا: لإبراز الموقع الفعال أو لياخذ البروتين تخصصه البيولوجي (الوظيفي).

ب - يتمثل هذا الارتباط: عدد، نوع، ترتيب الأحماض الأمينية في بنيته الفراغية.

2 - الملاحظات التي يمكن استخراجها:

• نسبة البروتينات عالية في الأغشية الخلوية.

• المكونات الأكثر نشاطا تحوي نسبة عالية من البروتينات.

الاستنتاج : تواجد البروتينات بنسب عالية يدل على أن لها دورا في التفاعلات البيولوجية (الأيضية) للخلية.

II - 1 - أ - 1 - المنطقة المتغيرة، 2 - المنطقة الثابتة، 3 - سلسلة ثقيلة، 4 - المنطقة المتغيرة،

5 - المنطقة الثابتة، 6 - سلسلة خفيفة.

ب - الطبيعة الكيميائية للجسم المضاد هي بروتين من نوع  $\gamma$  غلوبولين.

ج -  $\alpha$  - تحليل : عدم تشكيل معقد مناعي بين الجسم المضاد ومولدي الضد (3 - 4).

الاستنتاج: عمل الجسم المضاد نوعي.

$\beta$  - يوجد تكامل بنيوي بين مولد الضد والجسم المضاد بسبب وجود المواقع الفعالة التي تحدها المناطق

المتغيرة ومحددات الضد، والموقع الفعال (موقع محدد مولد الضد) يختلف من جسم مضاد إلى آخر مما

يكسبه تخصص عال.

2 - أ - المقارنة بين سلاسل ADN: ADN الشخص العادي يختلف عن ADN الشخص المريض في النيوكليوتيدة

رقم 17 على مستوى الرامزة السادسة حيث تم استبدال نيوكليوتيدة (T) بنيوكليوتيدة (A).

المقارنة بين متعدد الببتيد: متعدد الببتيد الشخص العادي يختلف عن متعدد الببتيد الشخص

المريض في الحمض الأميني رقم (6) حيث يعوض حمض الجلوتاميك بـ حمض الفالين.



المقارنة بين ADN ومتعدد الببتيد: تغير الثلاثية CTC إلى CAC أدى إلى تغير في نوع الحمض الأميني

(حمض الفالين بدل حمض الجلوتاميك).

ب - أصل المرض: طفرة وراثية (مرض وراثي).

ج - تحليل تنوع وتخصص البروتين:

• التخصص: إن تركيب البروتين مشفر.

• التنوع: تنوع ترتيب النيوكليوتيدات.

III - دور البروتينات في المظاهر الخلوية :

- التعرف على الذات واللاذات.

- نقل المعلومات هرمونية، وراثية، عصبية.

- النقل الغشائي والتحكم في المبادلات وسائط في التفاعلات الحيوية (الإنزيمات).

- الإنزيمات : الطبيعية الكيميائية.

- دور البروتينات في الدفاع عن الذات.

- دور البروتينات في النقل العصبي :

• القنوات بأنواعها: - قنوات التسرب.

- القنوات المتعلقة بالفولطية.

- القنوات المتعلقة بالكيمياء.

• مستقبلات الوسيط الكيميائي.

• مضخة الـ  $Na^+$  و الـ  $K^+$  ومضخة الـ  $Ca^{++}$ .

• الإنزيم المخرب للوسيط حتى لا يبقى تأثيره مستمرا.



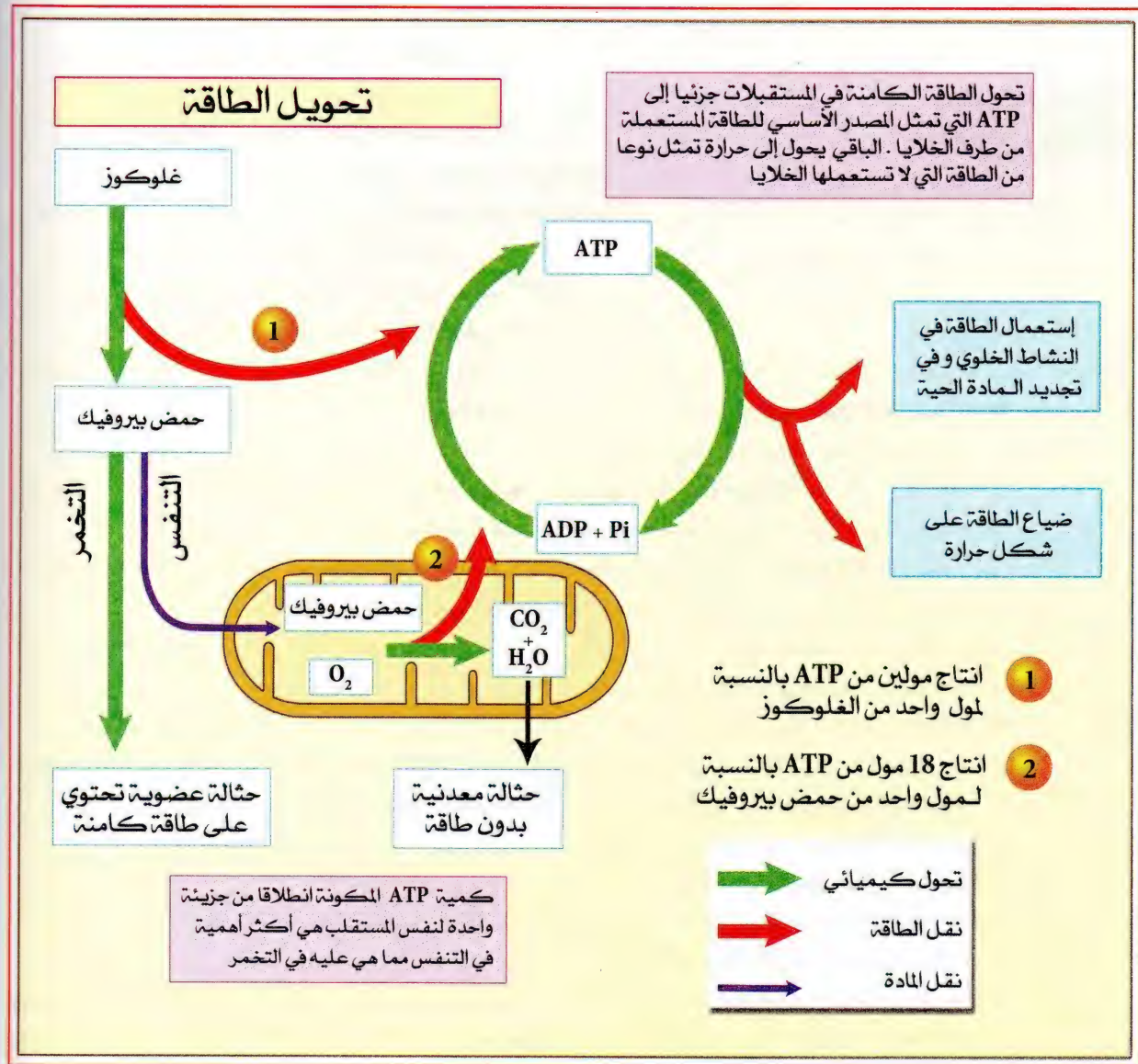
## كيفية تشكل الـ ATP داخل الخلية وتجديده

تعتبر جزيئة الـ ATP المصدر الأساسي للطاقة المستخدمة مباشرة من طرف الخلايا، ولكن مخزون الخلية من الـ ATP محدود جداً، داخل الخلية لذا لابد من تجديدها باستمرار بفضل ظاهرتي :

– التنفس: مادة الأيض  $\xrightarrow{\text{نزع تام لـ H}}$  حالة معدنية بدون طاقة.

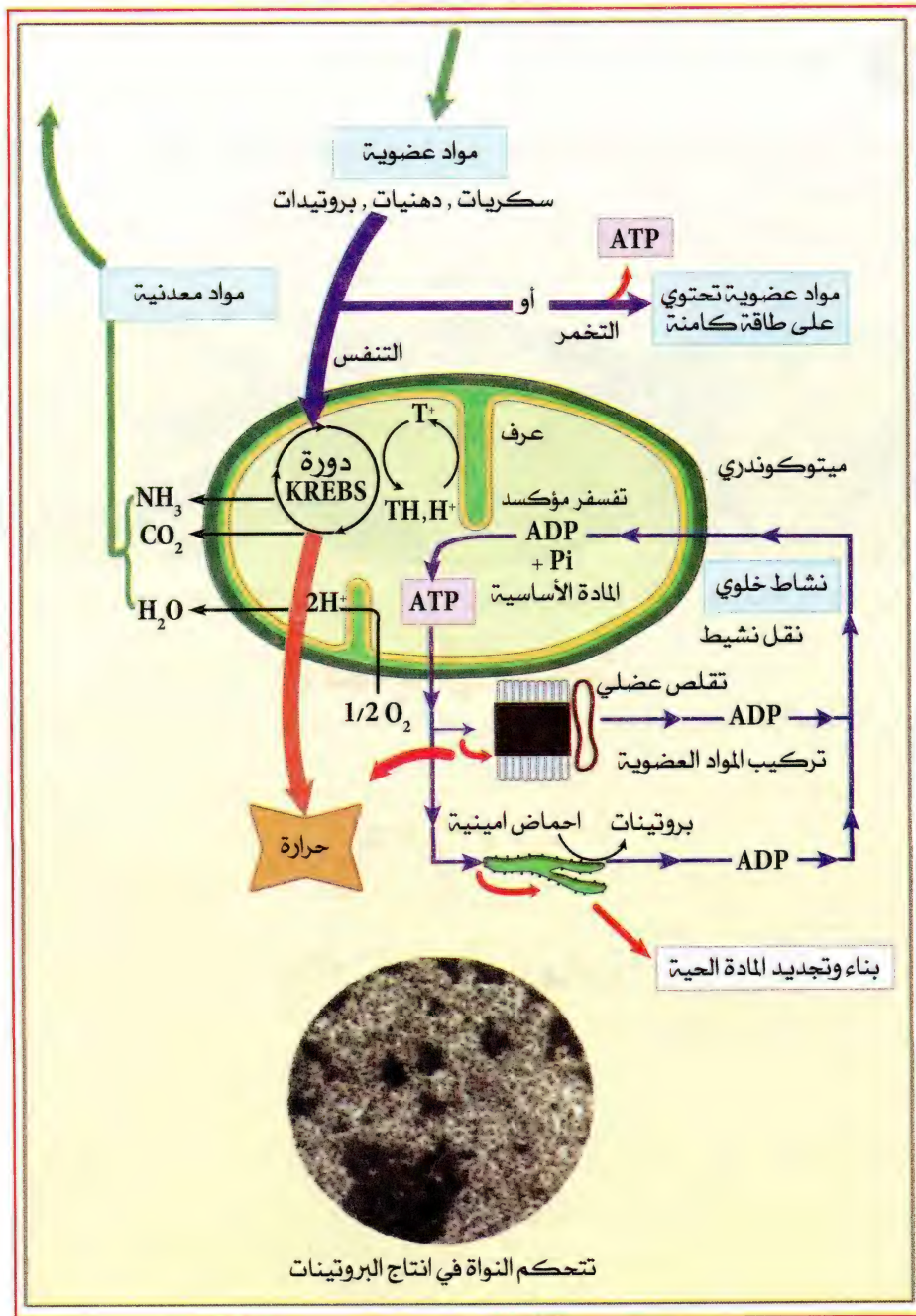
– التخمر: مادة الأيض  $\xrightarrow{\text{نزع جزئي لـ H}}$  حالة عضوية تحوي طاقة كامنة.

والظاهرتين يتضمنان مرحلة موحدة وهي التحلل السكري في الهائلوبلازم يتحول بموجبها الغلوكوز إلى حمض البيروفيك. وبذلك تكون كمية الـ ATP المتشكلة في التنفس أهم بكثير مما هو في التخمر.





## مخطط تركيبى لإستهلاك المادة وتدفق الطاقة على مستوى الخلية



## التعليق على المخطط التركيبى لإستهلاك المادة وتدفق الطاقة على مستوى الخلية

تعتبر الحاجات من المادة والطاقة أساسية لضمان تشييد بنيات الكائنات الحية وصيانتها، وكذلك لتمكين هذه الكائنات من إنجاز وظائفها. وتعتبر تبادلات المادة والطاقة بين الكائن الحي والمحيط قاعدة أساسية تعم مختلف الكائنات الحية. فعلى مستوى الخلية، تنتج الظواهر البيولوجية (النمو، تجديد البنيات، الحركة...) من تفاعلات محررة للطاقة وأخرى مستهلكة لها، وتشكل جزيئة ATP الوسيط الأمثل لهذه التفاعلات. وتستخلص الطاقة من مواد الأيض بواسطة سلسلة من التفاعلات الكيميائية (التنفس أو التخمر) ويحرر جزء من هذه الطاقة على شكل حرارة. تستعمل الطاقة المستخلصة من ATP في مختلف الأنشطة البيولوجية (حركة، تركيب، نقل فعال...).



## المجال الثالث

### جيولوجيا

(التكتونية العامة)



تمرين 1

- أ - أشكال الوثيقة (1) (أ، ب، ج) توضح الأفكار الأساسية لنظرية زحزحة القارات للألماني فيثنر Wegner في كتابه نشأة القارات والمحيطات.
- 1 - كيف كانت وضعية القارات في الحقب الأول؟
- 2 - من معطيات الوثيقة (1) حدد الفكرة الأساسية لنظرية فيثنر.



- ب - تبين الوثيقة (2) انتشار الأراضى القديمة التي تفوق عمرها 250 مليون سنة على مستوى قارتي إفريقيا وأمريكا الجنوبية.

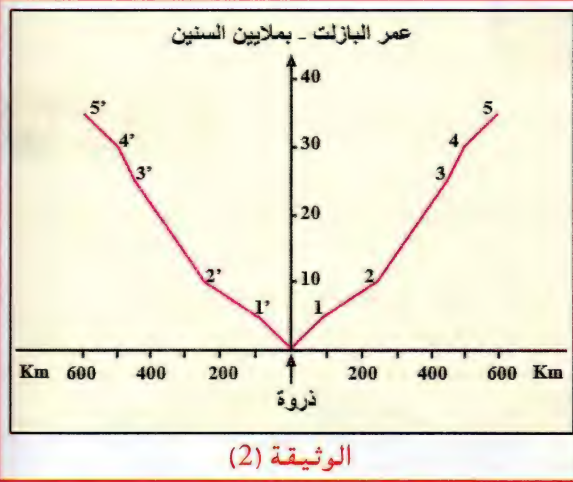


- 1 - قارن بين الصخور القديمة في كل من إفريقيا وأمريكا الجنوبية.
- 2 - ما هو تفسير وجود مستحاثات الميزوزور ونبات السرخس في هاتين المنطقتين فقط؟
- 3 - كيف يمكن لهذه المعلومات تأكيد نظرية فيثنر؟
- 4 - أستخرج من الوثيقة تأكيداً آخر لنظرية فيثنر.

تمرين 2

- أ - في بداية القرن العشرين، لاحظ العالم Wegner تكامل الساحل الغربي لإفريقيا والساحل الشرقي لأمريكا الجنوبية عند تقريب الخريطتين الجيولوجيتين، إضافة إلى تطابق الصخور القديمة لهاتين القارتين، فافترض أنها كانتا تشكلان في الأصل كتلة قارية واحدة.
- أذكر دليلاً آخر يدعم هذه النظرية ولم يتطرق إليه النص .
- ب - مكنت التنقيبات التي أجريت سنة 1968 بأعماق المحيط الأطلسي الجنوبي من جهتي الذروة المحيطية الوثيقة (1) من تحديد عمر الصخور البازلتية المأخوذة على مسافات مختلفة من هذه الذروة.





وبين الرسم البياني الوثيقة (2) النتائج المحصل عليها.

1 - اعتمادا على تحليل الوثيقة (2).

$\alpha$  - قارن عمر البازلت في التنقيبات التي تحمل نفس الرقم.

$\beta$  - ماذا تستخلص من هذا التحليل؟

2 - اعتمادا على ما سبق وعلى معلوماتك، فسر تباعد القارتين الإفريقية والأمريكية.

3 - إذا علمت أن عمر بازلت قعر المحيط في النقطة 2 هو عشرة ملايين من السنين وأن هذه النقطة تبعد عن الذروة بـ 200 km.

$\alpha$  - أحسب السرعة التي ابتعد بها بازلت هذه النقطة عن الذروة بـ (cm/an).

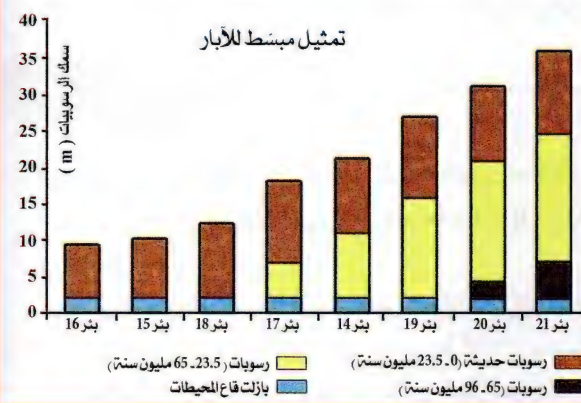
$\beta$  - استنتج سرعة تباعد القارتين الإفريقية والأمريكية.

### تمرين 3



أراد العلماء أن يحددوا طبيعة صخور قاع المحيطات، سمكها وعمرها، فقاموا بحملة في المحيط الأطلنسي الجنوبي سنتي 1966 - 1967 تدعى حملة Glomar Challenger، وتم على إثرها حفر مجموعة من الآبار على جانبي الظهرة وعلى مسافات متفاوتة من محورها. تبين الوثائق المجاورة موقع الآبار بالنسبة للظهرة، سمك وعمر الرسوبات:

البئر	البعد عن الظهرة بالكلم	عمر الرسوبات
16	200	10
15	400	22
18	500	23.5
17	625	31
14	750	39
19	1010	47
20	1400	66
21	1750	72





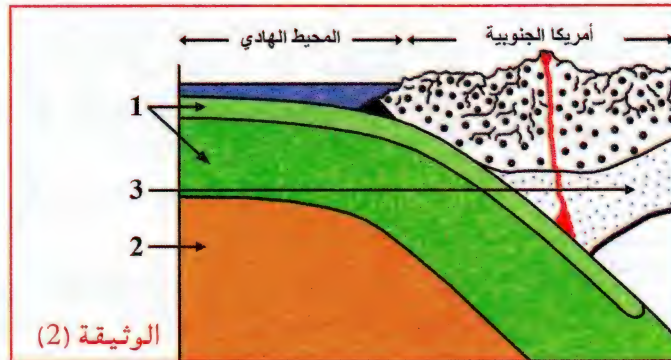
- 1 - ما هي العلاقة بين سمك الرسوبات والبعد عن الظهرة ؟
- 2 - ما هي العلاقة بين عمر الرسوبات والبعد عن الظهرة ؟
- 3 - مثل برسم تخطيطي المقطع (أ- ب) الممثل على الخريطة آخذًا بعين الاعتبار سمك الرسوبات وعمرها.
- 4 - ماذا نستنتج ؟

#### تمرين 4

- أ - تمثل الوثيقة (1) جزء من خريطة لمنطقة من الكرة الأرضية تتكون من صفيحتين تكتونيتين.
- 1 - عرف الصفيحة التكتونية.
- 2 - استخرج من الوثيقة (1)، دليلاً يدعم نظرية زحزحة القارات.



- ب - تمثل الوثيقة (2) ظاهرة جيولوجية تحدث على مستوى الكرة الأرضية.



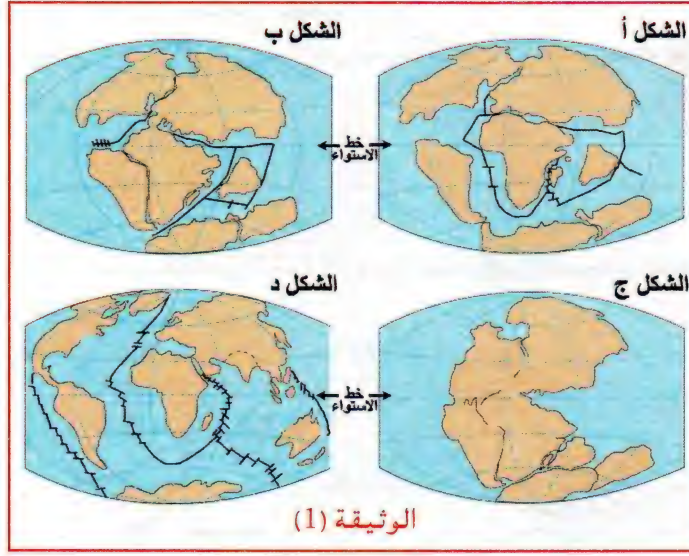
- 1 - أذكر الأسماء المناسبة للأرقام 1 و 2 و 3 للوثيقة (2).
- 2 - سم الظاهرة الممثلة في الوثيقة (2).
- 3 - حدد أي الموقعين (أ) و (ب) تحدث فيه الظاهرة الممثلة في الوثيقة (2).
- ج - تحدث ظاهرة أخرى تؤدي إلى عكس ما هو ممثل في الوثيقة (2).
- 1 - سم هذه الظاهرة.
- 2 - إستنتج تأثير هاتين الظاهرتين على حجم الكرة الأرضية.

#### تمرين 5

- أ - تمثل أشكال الوثيقة (1) الموالية التطور الجغرافي للكرة الأرضية خلال 200 مليون سنة الأخيرة، كما حددها لأول مرة DIETZ و HOLDEN سنة 1970.
- 1 - رتب هذه الأشكال حسب تطورها عبر الزمن الجيولوجي.

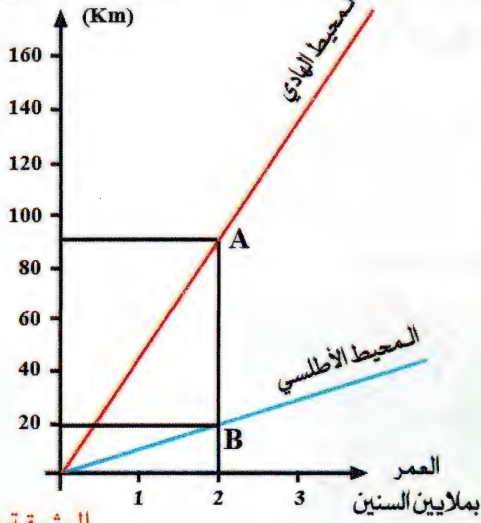


2 - يمكن أن نستخلص من هذا الترتيب نظرية جيولوجية ذات أهمية كبيرة. ما هي هذه النظرية؟



الوثيقة (1)

المسافة بالنسبة للذروة



الوثيقة (2)

**ب -** تبين الوثيقة (2) العمر المطلق لعدة نقط من قعر المحيط الأطلسي والمحيط الهادي حسب بعدها عن ذروة كل محيط.

- 1 - حلل منحنيي الوثيقة (2).
- 2 - استخرج من هذه الوثيقة عمر قعر المحيط الأطلسي والمحيط الهادي الموجود على بعد 30 Km بالنسبة للذروة.
- 3 - ماذا يمكنك استنتاجه من مقارنة هاذين العمرين.
- 4 - باستعانتك بإحداثيات النقطتين A و B، أحسب سرعة امتداد قعر المحيط الأطلسي والمحيط الهادي بـ cm في السنة.
- 5 - هل تمكنك هذه النتائج من التحقق عن إجابتك على السؤال 3.
- 6 - باعتمادك على ما سبق أي الذروتين تعتبر أكثر نشاطاً؟ علل إجابتك.
- 7 - فسر بواسطة رسم تخطيطي مبسط كيفية امتداد قعر المحيطات.

## تمرين 6

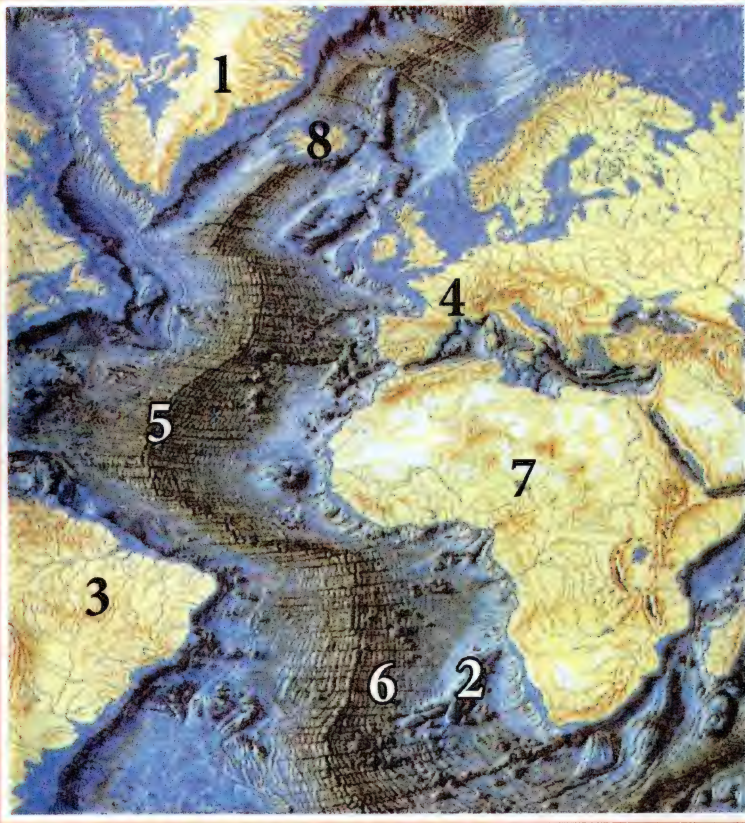
تمثل الوثيقة الموجودة في الصفحة الموالية خريطة جيولوجية مبسطة لجزيرة إسلندا التي تقع على امتداد ذروة المحيط الأطلسي الشمالي، تشكل صخور البازلت 99 % من هذه الجزيرة.

- 1 - ماذا تمثل المنطقة التي تتموضع فيها البراكين النشطة في هذه الجزيرة؟
- 2 - كيف يتطور عمر البازلت كلما ابتعدنا عن محور البراكين النشطة؟
- 3 - اعتماداً على مقياس ومعطيات خريطة الوثيقة احسب بـ km:
  - المسافة الحالية الفاصلة بين النقطتين A و B.
  - المسافة الفاصلة بين النقطتين A و B في الزمن 0,1 - مليون سنة.
- 4 - فسر كيفية تموضع البازلت حسب الزمن في هذه الجزيرة.





## 7 تمرين



تغطي المحيطات حوالي ثلثي المساحة الكلية للأرض حيث تنتشر مناطق البناء وتشكل ظهيرات وسط محيطية، تمتد الظهيرات وسط محيطية في العالم على طول يقدر بـ 7500 كلم، وتزداد مساحة المحيطات كل عام بـ 3 كلم<sup>2</sup> أي ما يعادل انبثاق 20 كلم<sup>2</sup> من الماغما، حيث تعتبر الظهيرات مناطق تجدد القشرة الأرضية.

1 - حدد نوع الحركة التكتونية التي تسببت في تشكل الظهيرات وسط محيطية.

2 - ضع البيانات التالية مكان الأرقام المبينة على الخريطة: (ظهرة، جزيرة بركانية (إسلندا)، قارة إفريقيا، المحيط الأطلسي، قارة أوروبا، سلاسل جبلية تحت بحرية، قارة أمريكا الجنوبية، سلاسل جبلية قارية).

3 - استنتج إذن التضاريس المميزة للظهيرات.

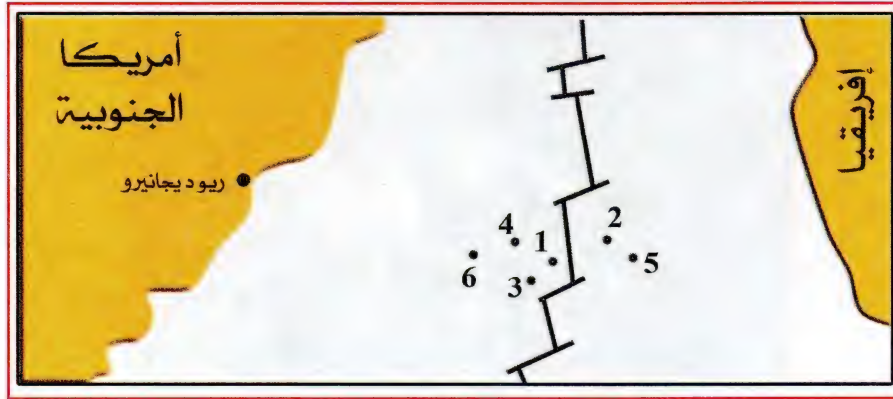
## 8 تمرين

أ - توحى مقارنة الحدود الغربية للقارة الإفريقية بالحدود الشرقية لأمريكا الجنوبية بفكرة إمكانية إلتحام القارتين في سالف الأزمنة الجيولوجية قبل افتراقهما بميلاد المحيط الأطلسي الجنوبي الذي اتسع بشكل تدريجي. أدت هذه الملاحظة إلى بناء نظرية علمية تقترح تفسيراً لهذه الظاهرة الملاحظة.

— سم هذه النظرية العلمية.



**ب -** لتوضيح بعض جوانب هذه النظرية، أنجزت تنقيبات في عرض المحيط الأطلسي، إلى غاية القشرة المحيطية، وتمثل الوثيقة أسفله الأماكن التي أجريت فيها التنقيبات.



– ذكر مكونات القشرة المحيطية وبين الاختلاف بينها وبين القشرة القارية.  
**ج -** يلخص الجدول التالي نتائج تأريخ مكونات القشرة المحيطية حسب أماكن التنقيب.

رقم التنقيب	1	2	3	4	5	6
مسافته من الذروة بـ km	225	450	500	660	800	1000
العمر بملايين السنين	11	23	25	33	40	48

- مثل بيانيا عمر مكونات القشرة المحيطية بدلالة المسافة من الذروة .
- احسب سرعة ابتعاد نقطة ما عن الذروة واستنتج سرعة تباعد القارتين.
- كيف يفسر ثبات قطر الكرة الأرضية رغم اتساع القشرة المحيطية على مستوى الذروة؟

## تمرين 9

**أ -** أسس العالم Alfred Wegner حوالي سنة 1910 نظرية جديدة مفادها أن القارتين الأمريكية والإفريقية كانتا قديما ملتحمتين ثم افترقتا لتبتعد الواحدة عن الأخرى خلال الأزمنة الجيولوجية المتتالية.

1 – ما إسم النظرية التي أسسها العالم Wegner ؟

2 – أذكر برهانين من البراهين التي اعتمد عليها Wegner لتقديم نظريته.

**ب -** من أجل إثبات نظرية Wegner أنجزت الدراسات التاليتان في المنطقة المثلثة في الوثيقة (1) الآتي.

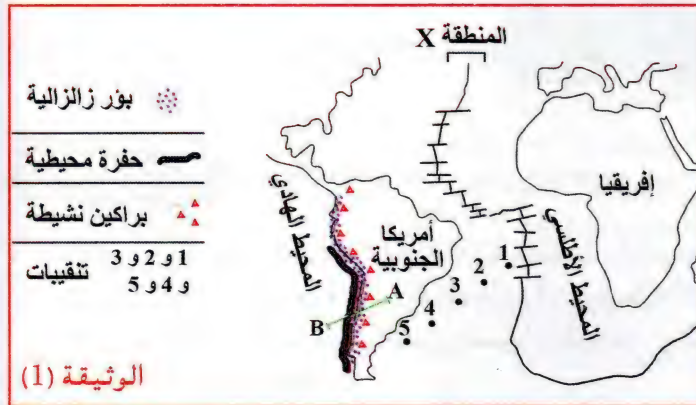
الدراسة الأولى: تم تحديد عمر أقدم الرواسب في نقط التنقيبات المرقمة في الوثيقة (1) الشيء الذي مكن من الحصول على النتائج المثلثة في الوثيقة (2).

1 – بماذا تسمى المنطقة X المبينة في الوثيقة (1)؟

2 – اعتمادا على الوثيقة (2) صف تطور أقدم الرواسب بدلالة المسافة على المنطقة X.

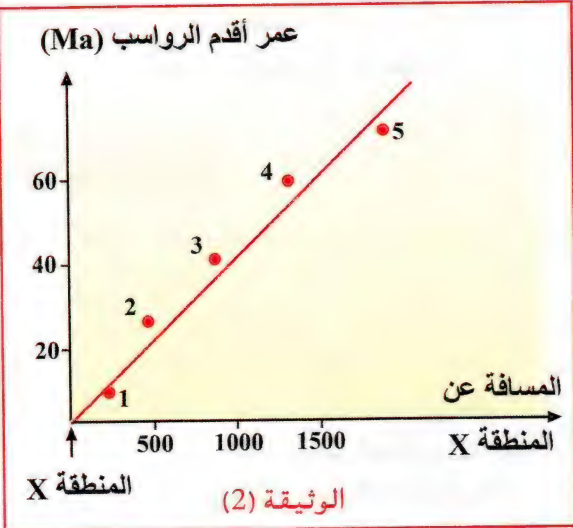
3 – فيما تفيدك معطيات الوثيقة (2) في تدعيم نظرية Wegner؟

الدراسة الثانية: مكنت التنقيبات الجيوفيزيائية من إنجاز مقطع التركيب

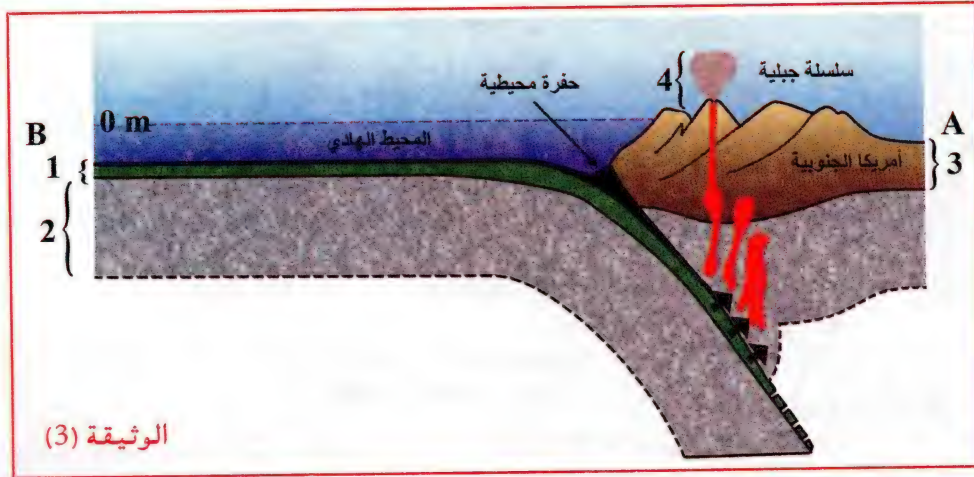


الوثيقة (1)



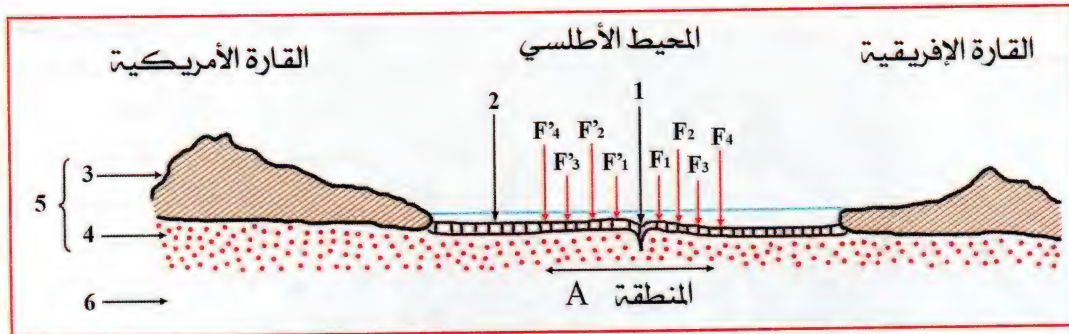


- للغلاف الصخري في مستوى المقطع "AB" المبين في الوثيقة (1) وتمثل الوثيقة (3) نتائج هذه الدراسة.
- 4 - أكتب أسماء العناصر المرقمة في الوثيقة (3).
- 5 - اعتماداً على معطيات الوثيقة (3) فسر لماذا لا يتعدى عمر أقدم الرواسب على قعر المحيطات 200 مليون سنة في حين توجد على القارات صخور يفوق عمرها 3,4 مليار سنة.
- 6 - إلى أي صنف من أصناف السلاسل الجبلية تنتمي السلاسل الجبلية المبينة في الوثيقة (3) ؟ علل إجابتك.
- 7 - اعتماداً على المعطيات السابقة وعلى معلوماتك، اشرح ثبات حجم الكرة الأرضية.



## تمرين 10

- أ - تظهر الوثيقة الموالية جزءاً من مقطع تخطيطي للكرة الأرضية، وهذا المقطع يوضح نشاطاً هاماً بها.
- ضع الأسماء المناسبة للعناصر المرقمة على هذه الوثيقة.



التنقيبات	عمر البازلت بملايين السنين
F'1 و F1	10
F'2 و F2	40
F'3 و F3	60
F'4 و F4	80

- ب - أنجزت تنقيبات في المنطقة A مكنت من تأريخ البازلت المكون لها.

يبين الجدول المجاور النتائج المتوصل إليها.

- 1 - ماذا تستنتج من تحليل هذا الجدول فيما يخص عمر البازلت؟
- 2 - مستنداً على معارفك في هذا الموضوع، أذكر بإيجاز

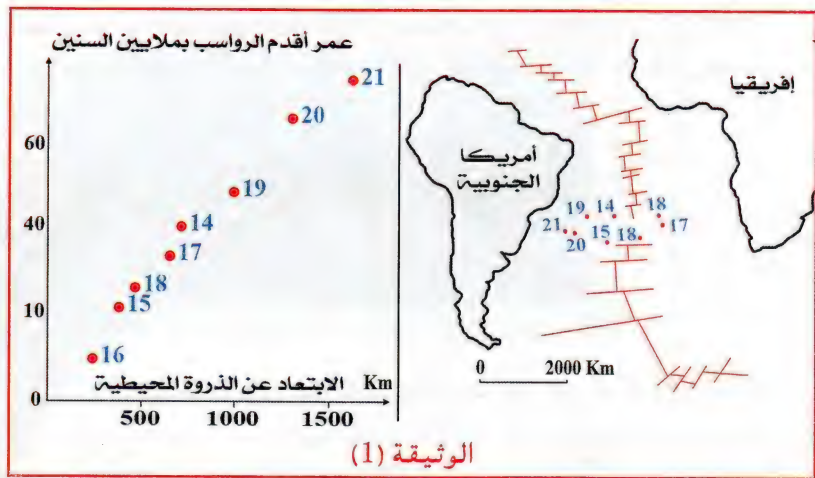
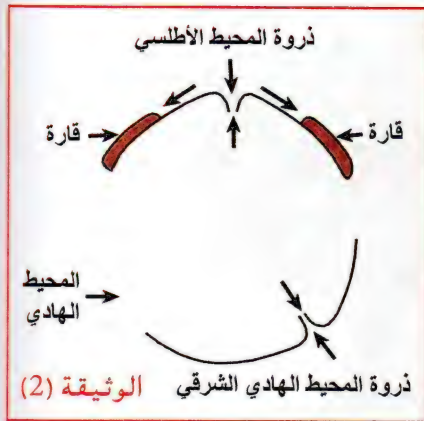


ماذا يحدث في المنطقة A؟  
3 - ما نتيجة ما يحدث في المنطقة A؟

## تمرين 11

أنجزت سفينة علمية تنقيبات في الأماكن المرقمة من 14 إلى 21 بالمحيط الأطلسي الجنوبي وبلغت هذه التنقيبات القعر البازلتي (الوثيقة 1).

- 1 - حلل هذا الرسم البياني.
- 2 - ما الظاهرة المستنتجة من هذا التحليل؟
- 3 - انطلاقا من نظرية وجود عدة صفائح للغلاف الصخري:  
أ - أتمم الرسم التخطيطي الممثل في الوثيقة (2)؟  
ب - ماذا يظهر هذا الرسم التخطيطي؟



## تمرين 12

أ - بإعادة اكتشاف تاريخ نشوء المحيط الأطلسي، توصل العلماء إلى تحديد الوضعيات المختلفة للحدود الغربية لإفريقيا الشمالية الغربية عبر الزمن الجيولوجي، الوثيقة (1).

- 1 - حلل الوثيقة (1) مركزا على وضعية حدود إفريقيا الشمالية الغربية عبر الزمن الجيولوجي.
- 2 - أذكر نظرية علمية تفسر معطيات هذه الوثيقة.
- ب - للتعرف على الآلية المحركة لهذه الحدود أنجزت تنقيبات في قعر المحيط الأطلسي مكنت من تأريخ البازلت المكون له من جهتي الذروة الوثيقة (2).
- 1 - انطلاقا من تحليلك للوثيقة (1):

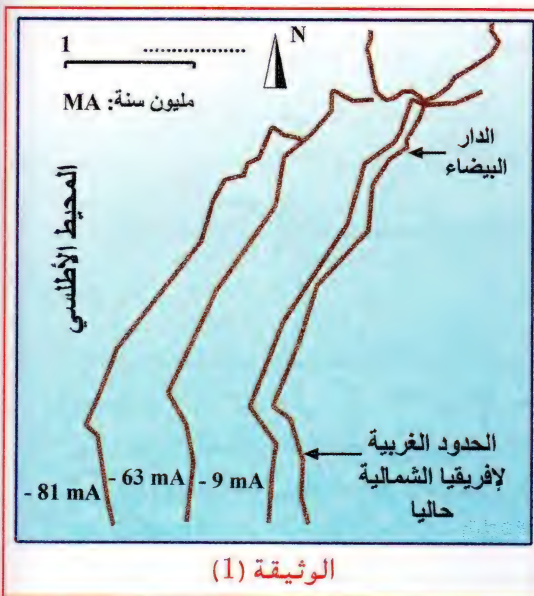
α - حدد عمر البازلت المتواجد من جهتي الذروة على بعد:

km 100 -

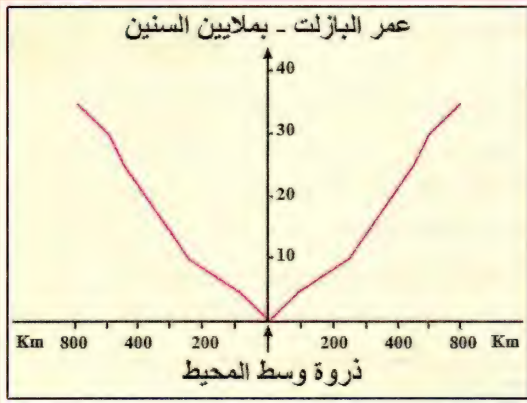
km 200 -

km 300 -

β - استنتج كيف يتغير عمر البازلت في قعر المحيط الأطلسي.







الوثيقة (2)

- 2 - اعتمادا على معطيات الوثيقة (2) وعلى معلوماتك. - فسر بإيجاز الوضعيات المختلفة لحدود إفريقيا الشمالية الغربية عبر الزمن الجيولوجي الوثيقة (1).
- 3 - اعتمادا على ما سبق، أنجز رسما تخطيطيا على شاكلة الوثيقة (1) يمثل تغير وضعيات الحدود الشرقية لأمريكا الجنوبية في نفس الفترات الزمنية : الحاضر - 9MA ، - 63MA ، - 81MA  
MA = مليون سنة

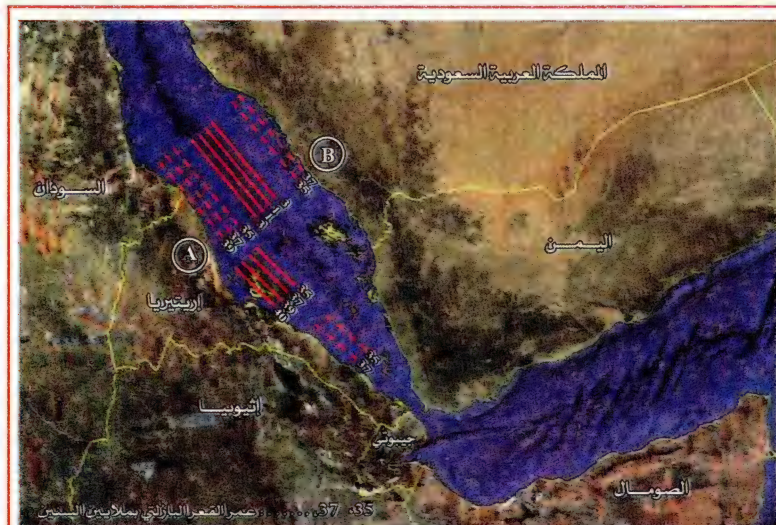
### تمرين 13

أ - تمثل أشكال الوثيقة (1) وضعية القارات خلال بعض الأحقاب الجيولوجية.



الوثيقة (1)

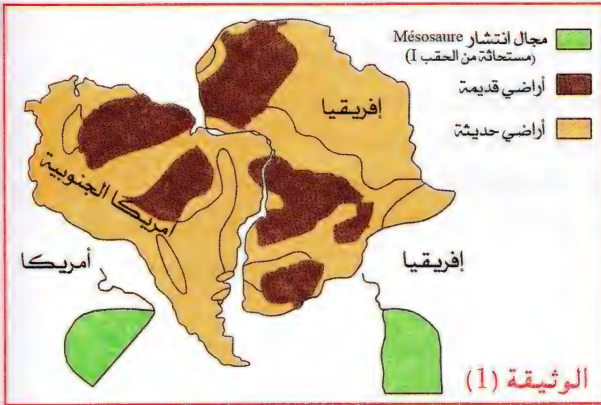
- 1 - رتب هذه الأشكال حسب تسلسلها الزمني من الأقدم إلى الأحدث.
  - 2 - ما هي النظرية التكتونية التي توضحها هذه الأشكال.
  - 3 - استخرج من الوثيقة (1) ما يبرهن صحة هذه النظرية.
- ب - دراسة قعر المحيطات مكنت من معرفة أعمار الصخور البازلتية المكونة لها، وتبين الوثيقة (2) نتائج هذه الدراسة على مستوى الجزء الجنوبي للبحر الأحمر.
- 1 - حلل الوثيقة (2) على طول الخط "AB"، ماذا تستنتج؟
  - 2 - استخرج من الوثيقة (2) تاريخ بداية انفتاح البحر الأحمر.



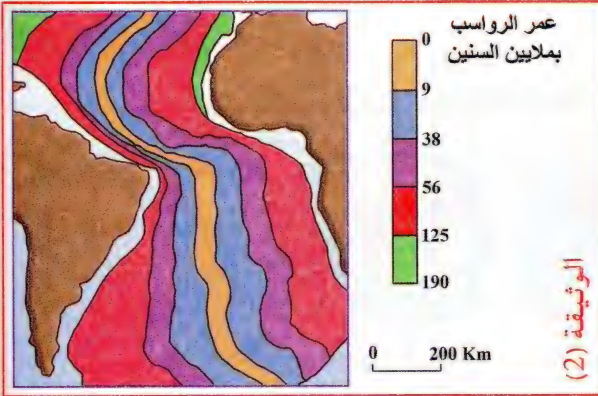
الوثيقة (2)



## تمرين 14



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

أ - إن العالم الألماني wegener اقترح نظرية جديدة.

- ما مضمون هذه النظرية؟

ب - تمثل الوثيقة (1) رسماً تخطيطياً يضم الأدلة والبراهين التي قدمها Bullard ومساعدوه لدعم هذه النظرية.

1 - استخرج من الوثيقة مجموع البراهين التي تدعم نظرية wegener.

2 - قدم دليلاً آخر يدعم هذه النظرية.

ج - لدعم هذه النظرية أجريت عدة تنقيبات لدراسة عمر أقدم الرواسب على مستوى قعر المحيط الأطلسي،

حيث تمثل الوثيقة (2) نتائج هذه التنقيبات.

1 - حلل هذه النتائج ثم فسرهما.

2 - إنطلاقاً من الوثيقة (2):

α - استخرج عمر أقدم الرواسب في قعر المحيط الأطلسي.

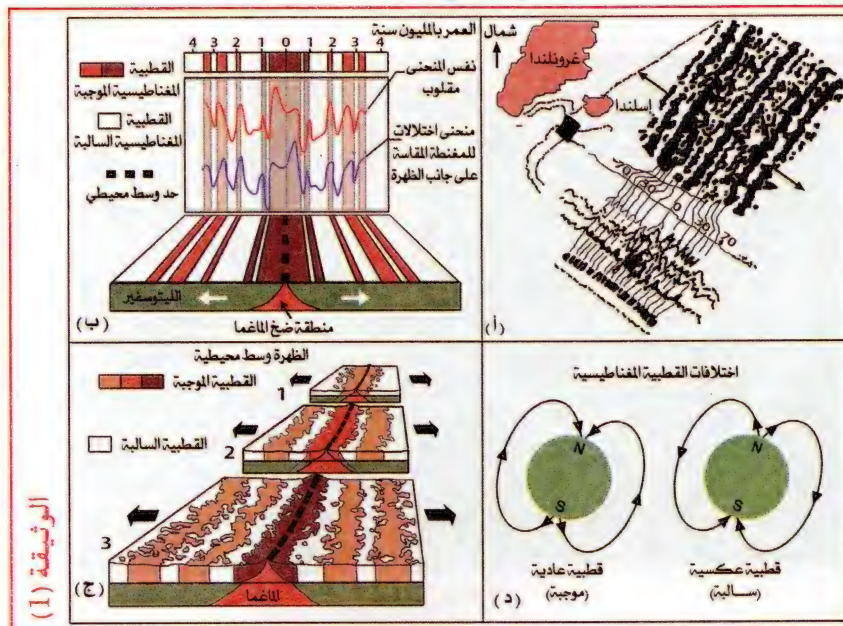
β - حدد تاريخ وموضع بداية انفتاح المحيط الأطلسي.

## تمرين 15

أ - تم قياس مغنطة منطقة من قاع المحيط الأطلسي الشمالي (الظهرة وسط محيطية) تقع جنوب إسlanda الوثيقة (1 - أ) وذلك عن طريق المسح باستعمال جهاز يسحب بواسطة الطائرات أو البواخر مما يسمح بتحديد الاختلالات المغناطيسية (الموجبة أو السالبة) لصخور القشرة المحيطية.

تحصلنا على المنحنى المبين على الوثيقة (1 - ب) والذي تمت مقارنته بالمنحنى المقلوب.

تمثل الوثيقة (1 - ج) رسماً تخطيطياً لتوزيع الأحزمة المغنطة التي تم قياسها على جانبي الظهرة وسط محيطية، وتمثل الوثيقة (1 - د) الاختلالات المغناطيسية التي تسمح بظهور هذه الأحزمة المغنطة.



الوثيقة (1)

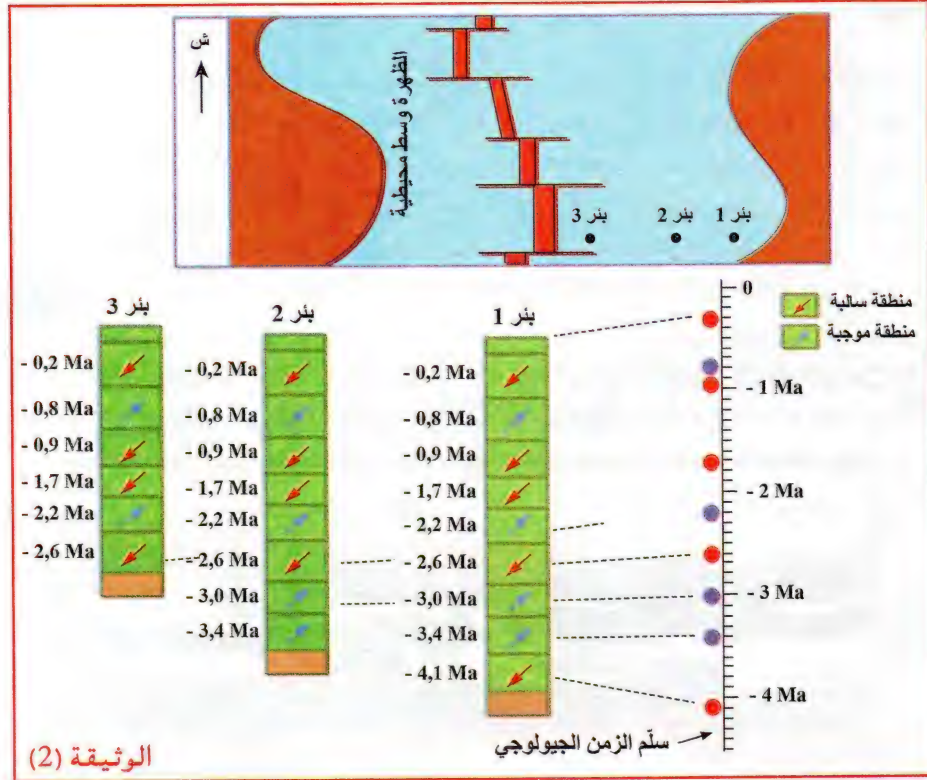


1 - ما هي المعلومات المستخلصة من مقارنة منحنيي الوثيقة (1 - ب) فيما يخص تغيرات المغنطة على جانبي الظهرة؟

2 - اعتمادا على الوثيقتين (1 - ب، ج) قارن بين انتشار المغنطة وعمر الصخور على جانبي الظهرة.

3 - قدم تفسيراً لكيفية تشكل قاع المحيط الأطلسي باستغلال معطيات الوثيقة (1).

**ب -** مكن حفر آبار محيطية (Forages océaniques) في مناطق مختلفة من المحيط، من تحديد عمر الصخور المكونة لقاع المحيطات بدقة، ووضع خرائط لتوزيع هذه الصخور. بين حفر ثلاثة آبار في قاع المحيط الأطلسي أن هذه الأخيرة تتكون من طبقات رسوبية، قدر عمرها اعتماداً على المستحثات المتواجدة بها، وعن طريق قياس اتجاه مغنطتها.



1 - ضاه بين الآبار بالاعتماد على عمر الرسوبيات واتجاه المغنطة.

2 - ما هي العلاقة الموجودة بين تغير المغنطة شاقولياً وعمر الرسوبيات.

3 - فسر غياب الطبقات السفلى في البئر (2 و 3).

**ج -** استخلص إذا نتيجة حول آلية زحزحة القارات والتوسع المحيطي مبرزاً الأدلة على حدوث ذلك.

## تمرين 16

تكتسب بلورات المغنيتيت المتواجدة في اللافا البازلتية مغناطيسية تدل على اتجاه الشمال المغناطيسي خلال الزمن الذي تموضعت فيه هذه اللافا على وجه الأرض.

توصل الباحثون إلى تحديد أوضاع مختلفة للقطب المغناطيسي بين 400 - و 200 مليون سنة وذلك من خلال دراسة:

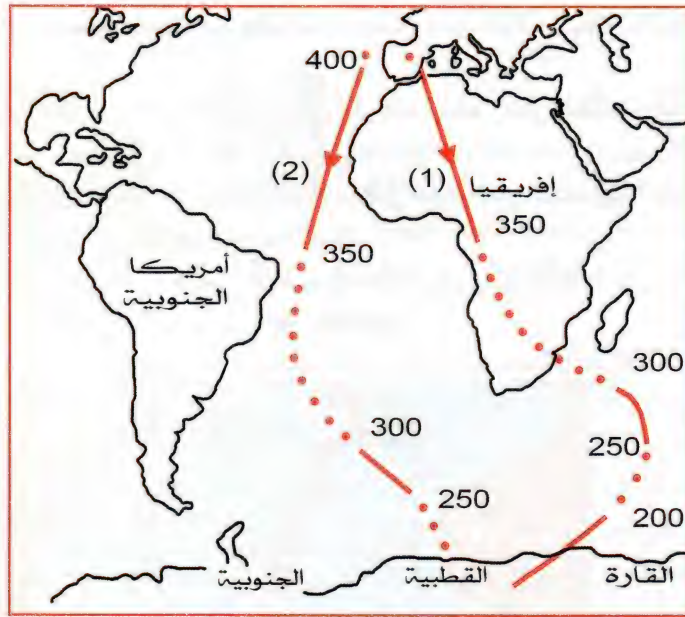
- مغناطيسية صخور ذات عمر مختلف موزعة على مستوى قارة واحدة (المنحنى 1).

- مغناطيسية صخور أخرى متساوية العمر مع الصخور السابقة وموزعة على مستوى قارة أخرى (المنحنى 2).

1 - إنطلاقاً من المنحنى 1 ماذا يمكنك استنتاجه بخصوص أوضاع القطب المغناطيسي خلال الفترة الزمنية المذكورة؟

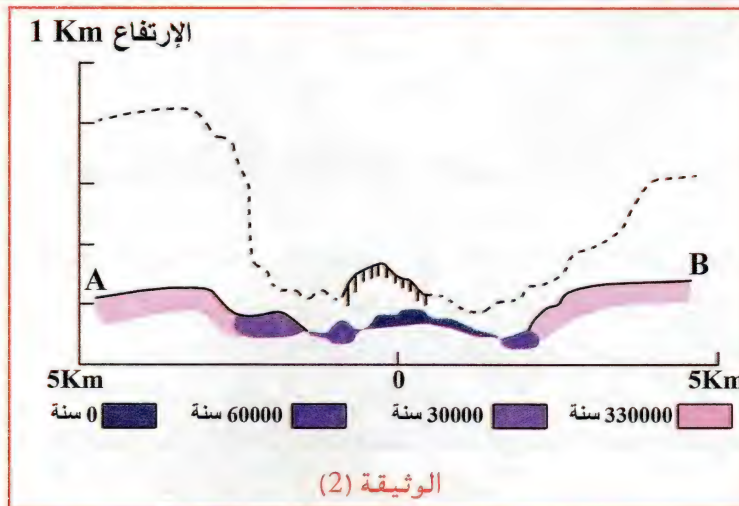
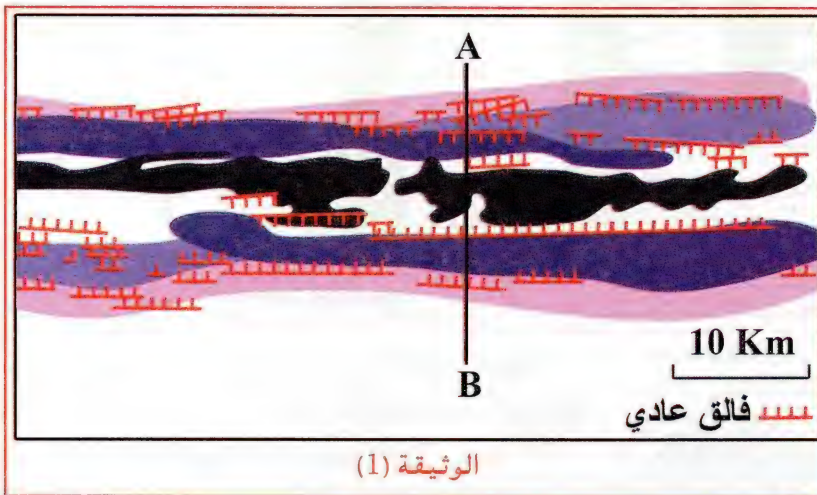
2 - إذا علمنا أن اتجاه المجال المغناطيسي الأرضي نحو القطب الجغرافي وحيد وثابت، اقترح فرضية لتفسير المسريين للقطب المغناطيسي المثلين على الوثيقة في الصفحة الموالية.





## تمرين 17

أراد العلماء أن يحددوا ظاهرة Galápagos التي تقع في المحيط الهادي قرب البيرو وتفصل بين لوح كوكوس ولوح نازكا الواقعين في المحيط الهادي، فرسموا خريطة (الوثيقة 1) تمثل صخور بركانية يتراوح عمرها بين 0 و 330000 سنة.





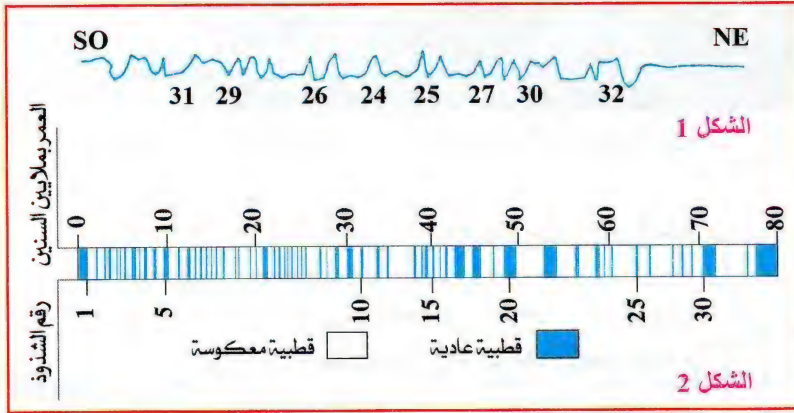
تبين الوثيقة (2) منحنيين:

- منحني A-B موقعه محدد على مستوى المقطع A - B من الوثيقة (1).
- منحني بخط متقطع مأخوذ من ظهرة وسط المحيط الأطلسي.
- 1 - حدد على الخريطة والمقطع A - B محور الارتفاع والمنطقة المسؤولة عن البركة الحالية.
- 2 - حدد العلاقة بين توزيع الصخور البركانية وعمرها.
- 3 - ما هو مصدر التراكيب التدرجية المبينة في المقطع A - B.
- 4 - قارن بين منحنى الوثيقة (2).

## تمرين 18

يوجد بالمنطقة المركزية لبحر ذروة جد متشابهة بالذروات الوسط - محيطية، ولقد مكن تسجيل الشذوذات المغناطيسية على طول عرض هذا البحر من الحصول على منحنى الشكل (1) الذي يسمح بالكشف عن ظاهرة اتساع قعر المحيط.

- 1 - باعتمادك على منحنى الشكل (1) وسلم الشذوذات المغناطيسية الشكل (2).



حدد من بين الشذوذات الشذوذ الدال على بداية امتداد هذا البحر والشذوذ الدال على نهايته، علل إجابتك.

- 2 - حدد عمر هذين الشذوذين.
- 3 - ما المدة التي استغرقها انفتاح هذا البحر؟

## تمرين 19

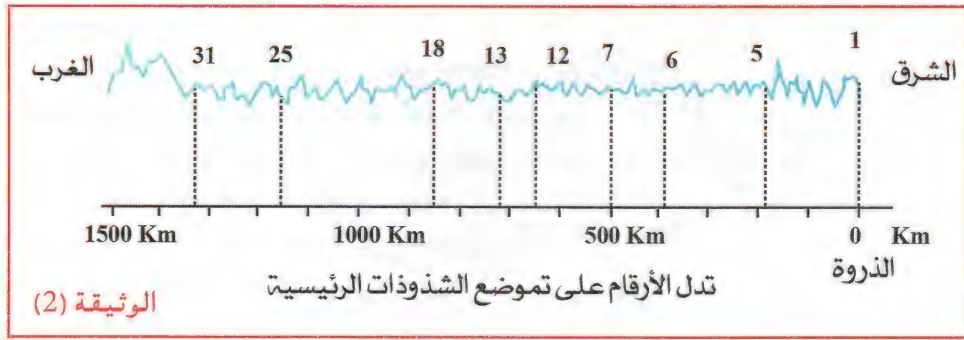
I - خلال الأزمنة الجيولوجية، عرف المجال المغناطيسي الأرضي عدة انقلابات بحيث عوض القطب الشمالي القطب الجنوبي والعكس بالعكس.

يبين سلم الشذوذ المغناطيسي القديم الوثيقة (1) عمر هذه الانقلابات التي سجلت في الصخور البركانية وذلك بملايين السنين، رقت على هذا السلم الشذوذات المغناطيسية الرئيسية، يقال عن شذوذ أنه موجب عندما يكون القطب الشمالي المغناطيسي مطابقا للقطب الشمالي المغناطيسي الحالي. في الحالة المعاكسة نقول أنه شذوذ سالب.

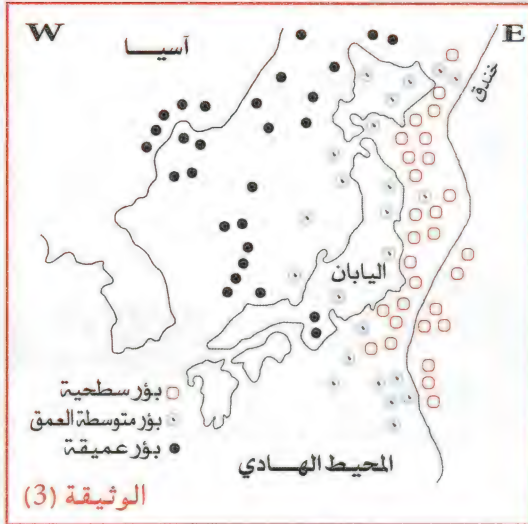


علاوة على ذلك، تم تعيين الشذوذات الموجبة الرئيسية لجنوب المحيط الأطلسي على مقطع شرق - غرب الممثل بالوثيقة 2.





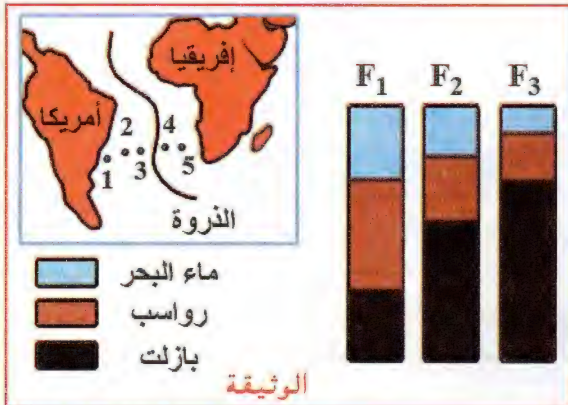
- 1 - أ - ماذا يمكنك استنتاجه من تحليل معطيات الوثيقتين 1 و 2 فيما يخص عمر الصخور التي سجلت بها الشذوذات؟ كيف تفسر ذلك؟  
 ب - ما هي نتيجة هذه الظاهرة؟  
 2 - أ - أحسب بـ cm في السنة سرعة ابتعاد الصخور التي سجلت بها الشذوذات 5 و 6 بالنسبة للذروة علما أن :  
 • فرق العمر بين الشذوذتين 1 و 5 هو 9 ملايين سنة.  
 • فرق العمر بين الشذوذتين 5 و 6 هو 12 مليون سنة.  
 ب - ما ذا يمكنك استنتاجه فيما يخص سرعة اتساع جنوب المحيط الأطلسي.



- II - تمثل الوثيقة (3) توزيع بؤر الزلازل بين آسيا والمحيط الهادي.  
 1 - أ - ماذا يمكنك استنتاجه من تحليل توزيع هذه البؤر.  
 ب - كيف تفسر ذلك؟  
 ج - مثل بواسطة رسم تخطيطي الظاهرة الجيولوجية التي تم الكشف عنها في المنطقة الممثلة في الوثيقة (3).  
 2 - هل هناك علاقة بين الظواهر التي تم الكشف عنها في الوثائق 1، 2 و 3؟ علل إجابتك.

## تمرين 20

قصد دراسة قعر المحيط الأطلسي أنجزت ثلاثة تنقيبات عميقة هي F1 ، F2 ، F3 على مستوى المحيط الأطلسي الجنوبي كما هي موضحة في الوثيقة المجاورة.

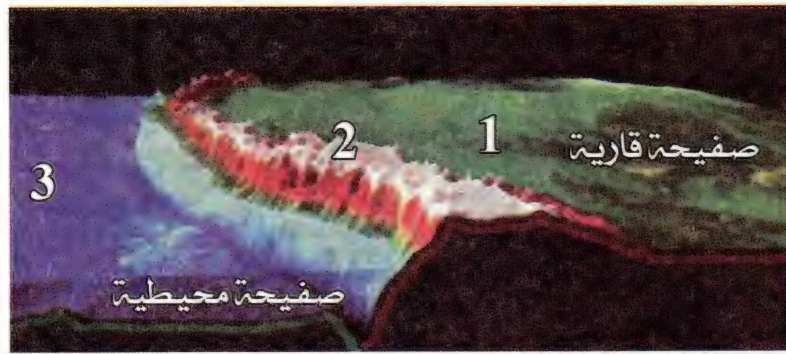


- 1 - حدد الطبيعة الصخرية للقشرة المحيطية.  
 2 - باعتمادك على معلوماتك، قارن البازلت في التنقيبين F1 و F3، علل إجابتك.  
 3 - أنجز رسما تخطيطيا للتنقيب F5 على شكل عمود.  
 4 - أ - أعط اسم الظاهرة التي تحدث على مستوى ذروة المحيط الأطلسي.  
 ب - فسر هذه الظاهرة.  
 5 - استنتج أهمية هذه الظاهرة.



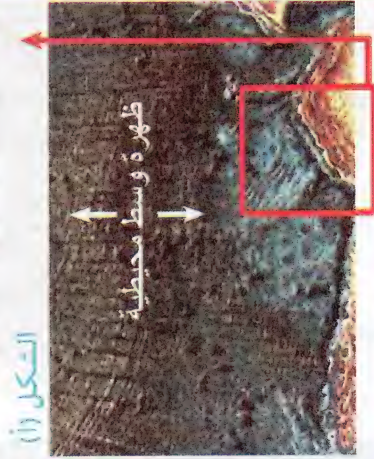
إن التجدد المستمر لقشرة الكرة الأرضية على مستوى الظهرات يطرح إشكالية وجود مواد إضافية على مستوى مناطق أخرى (حدود الصفائح). علما بأن حجم الكرة الأرضية ثابت، ولتفسير ذلك نقدم الدراسات التالية :

أ - سمح المسح الطبوغرافي عن طريق الأقمار الصناعية الشكل (أ) بوضع نموذج للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية والمحيط الهادي وذلك باستعمال الحاسوب الشكل (ب).



شكل ثلاثي الأبعاد للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية (الشكل ب)

الوثيقة (1)



صورة للقمر الصناعي للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية

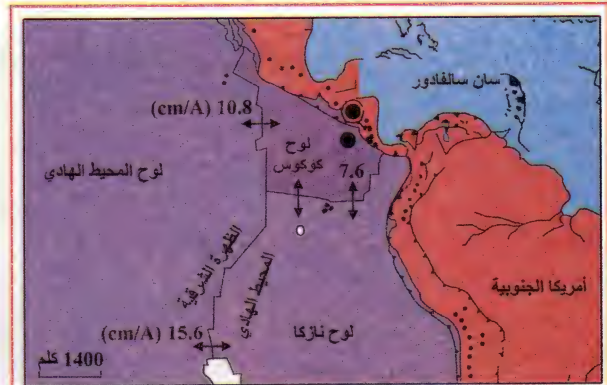
- 1 - ماذا تمثل الأرقام 1، 2، 3 من الشكل (ب)؟
- 2 - باستغلال الشكل (ب) قارن بين مستوى تواجد القشرة المحيطية والقشرة القارية، اقترح فرضيات لتفسير ذلك.
- ب - لتفسير نتيجة المقارنة السابقة نقترح ما يلي:
- الزلازل المرتبطة بالحواف النشطة: مثال زلزال سان سلفادور يوم 13 جانفي 2001 م.
- يسجل السلفادور المئات من الزلازل سنويا حيث ضرب هذا البلد زلزالان متتاليان كما هو موضح في الجدول الموالي :

تاريخ الزلزال	القوة على سلم ريشر	المركز السطحي	البؤرة
2001/01/13	7,9	المحيط الهادي على بعد 100 كم	على عمق 40 كم
2001/02/13	6,6	المحيط الهادي على بعد 30 كم	على عمق 40 كم

- البراكين المرتبطة بالحواف النشطة: تبين الوثيقة (3) نمط البراكين المدمرة بينما الوثيقة (4) تمثل توزع البراكين المدمرة والتي يوافقها نشاط زلزالي شديد.

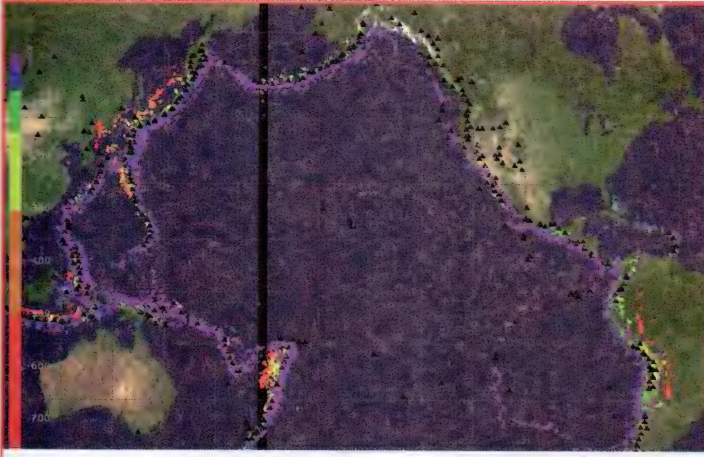


الوثيقة (3)



الوثيقة (2)





الوثيقة (4)

1 - حدد موقع السلفادور بالنسبة للألواح التكتونية.

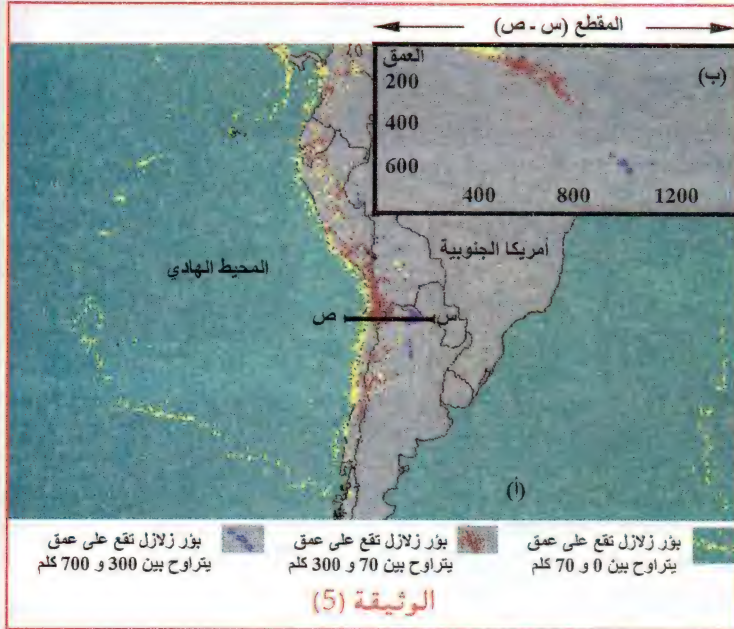
2 - باستغلال معطيات الوثيقتين (2) و(4) أستخلص العلاقة بين موقع السلفادور والنشاط الزلزالي وحدود الصفائح التكتونية.

3 - باستغلال الوثيقة (3) أستنتج أنواع البراكين المميزة لحواف المحيط الهادي.

4 - باستغلال الوثيقة (4) أستنتج العلاقة بين توزيع البراكين وحدود الصفائح التكتونية.

ج - تتوزع البؤر الزلزالية على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية ويختلف عمقها من

منطقة إلى أخرى حيث ترتبط مع نوع الحركات التكتونية التي تتعرض لها الصفائح. تمثل الوثيقة (5-أ) خريطة توزيع الزلازل في أمريكا الجنوبية والمحيط الهادي، بينما تمثل الوثيقة (5-ب) مقطعا زلزاليا في الحافة الغربية لقارة أمريكا الجنوبية.



الوثيقة (5)

1 - على ماذا يدل توزيع المراكز السطحية للزلازل في الخريطة؟

2 - اعتمادا على معطيات الوثيقة (2) تعرف على الألواح المتواجدة غرب أمريكا الجنوبية.

3 - ادرس توزيع البؤر الزلزالية في المقطع (س-ص) المبين في الوثيقة (5-ب). ماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين البعد عن حدود الصفائح وعمق البؤر الزلزالية؟

4 - صل بين مختلف البؤر الزلزالية المبينة على الوثيقة (5-ب)، ماذا تستنتج؟

د - سمحت نتائج دراسة الوثيقة (5-أ و ب) بوضع الرسم التخطيطي المبين في الوثيقة (6).

ج - قدم تفسيرا للمعطيات الوثيقة (6).



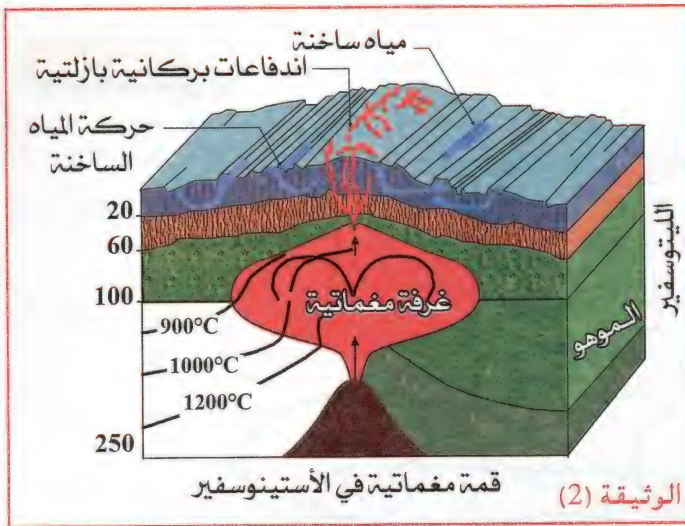
الوثيقة (6)



تتكون القشرة الأرضية من صفائح صلبة تتحرك تباعديا أو تقاريبا، لمعرفة على ماذا ترتكز وتوضع هذه الصفائح وما هو مصدر طاقتها الحركية.

أ - تمثل الوثيقة (1) مجسم لأنواع الألواح التكتونية.

1 - ماذا تمثل الأرقام 1، 2، 3، 4 من الوثيقة (1)؟

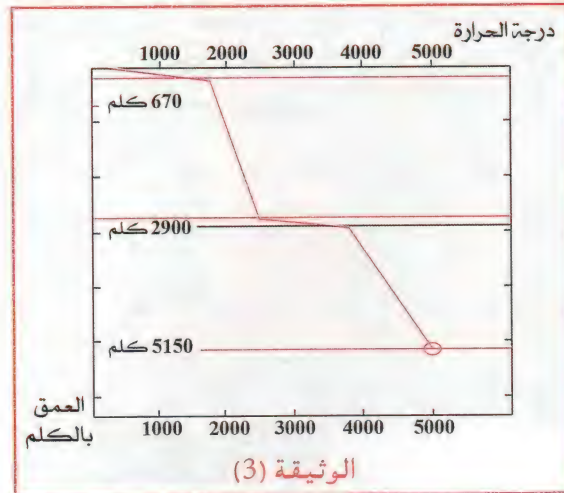


2 - اعتمادا على مجسم الوثيقة (1) حدد أنواع الصفائح التكتونية. وما هي الطبقة التي ترتكز عليها الصفائح التكتونية؟

3 - بالإعتماد على مجسم الوثيقة (2) حدد طرق خروج الطاقة من باطن الأرض (مصادر الطاقة).

4 - ما هي العلاقة بين العمق والطاقة المنبثقة من الأرض.

ب - إن كمية الحرارة المنبثقة من باطن الأرض عبر السطح كل ثانية بواسطة التدفق الحراري معتبرة جدا تقدر بـ  $42 \times 10^{12}$  واط (أي ما يعادل 42000 مولد كهربائي ينتج كل واحد منه 1000 ميكا واط).





يبين جدول الوثيقة (4) كمية الطاقة المنبثقة من باطن الأرض والناجمة عن الزيادة في العمق.

كمية الحرارة (ميلي واط / م <sup>2</sup> )	المساحة (كلم <sup>2</sup> )	الطاقة المنبثقة (واط)	
113	$10^6 \times 201.5$	$10^{12} \times 11.5$	القشرة القارية
67000	$10^6 \times 308.6$	$10^{12} \times 9.8$	القشرة المحيطية

جدول يبين متوسط الحرارة المنبثقة عن القشرة الأرضية

الوثيقة (4)

وبين جدول الوثيقة (5) كمية الطاقة المنبثقة من باطن الأرض بسبب تحلل العناصر المشعة المتواجدة في الصخور.

الحجم (كلم <sup>3</sup> )	الطاقة الكلية المنبثقة	
$10^9 \times 4.5$	$10^{12} \times 5$	القشرة القارية
$10^9 \times 4.0$	$10^{12} \times 0.06$	القشرة المحيطية
$10^9 \times 920$	$10^{12} \times 1.3$	البرنس

جدول يبين متوسط الحرارة المنبثقة من الأرض بسبب الإشعاع الذري.

الوثيقة (5)

1 - حلل منحنى التدرج الحراري الأرضي بدلالة العمق. ماذا تستنتج؟  
2 - اعتمادا على معطيات الوثيقة (4) أحسب الطاقة الكلية المنبثقة عن القشرة الأرضية.

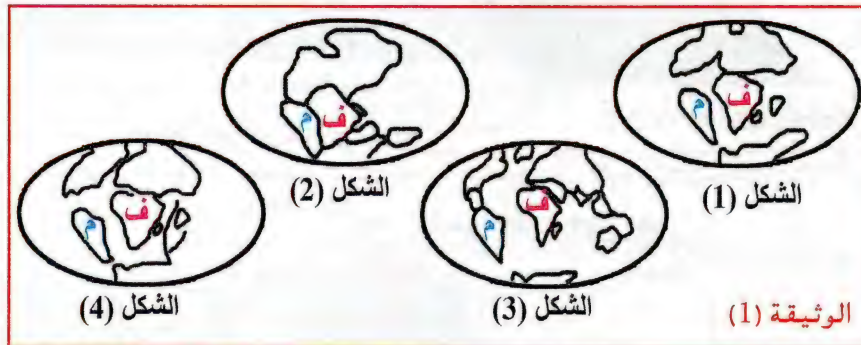
3 - اعتمادا على معطيات الوثيقة (5) احسب

الطاقة الكلية المنبثقة عن تفتت العناصر المشعة، ثم قارن بين مختلف القيم. ماذا تستنتج؟  
4 - هل تؤكد هذه النتائج ما توصلت إليه في السؤال (4) من النشاط السابق؟

## تمرين 23

أ - تمثل أشكال الوثيقة (1) تموضع القارات عبر الأزمنة الجيولوجية.

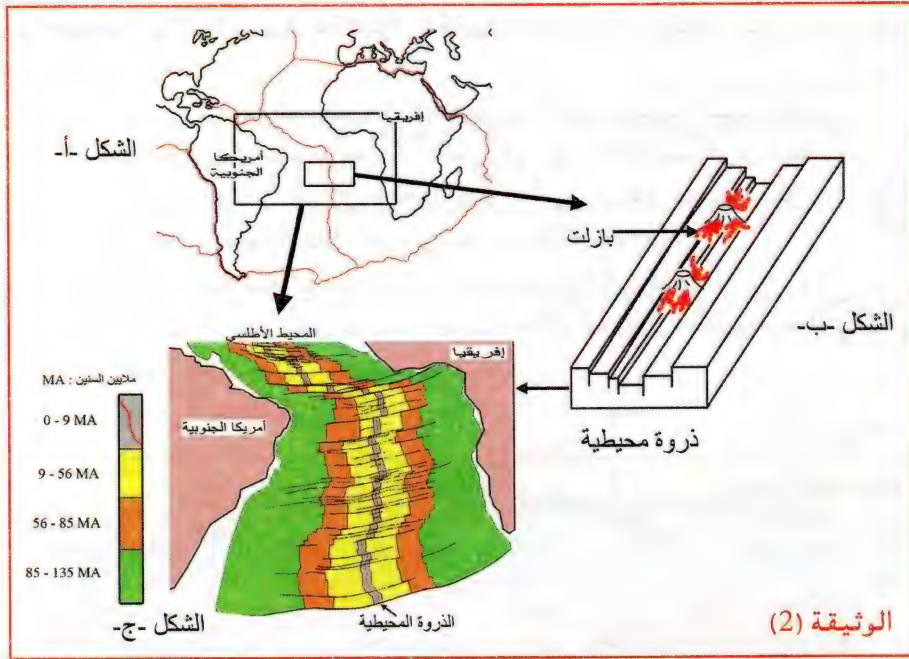
- 1 - رتب أشكال الوثيقة (1) حسب تسلسلها الزمني.
- 2 - سم النظرية المعتمدة سابقا لتفسير تموضع القارات.
- 3 - استخرج من الوثيقة (1)، دليلا يؤيد هذه النظرية.
- 4 - ماذا تشكل بين القارتين الإفريقية وأمريكا الجنوبية.



ب - تم تأريخ قعر المحيط الأطلسي بتنقيبات متعددة من جهتي الذروة المحيطية، وتبين أشكال الوثيقة (2) النتائج المحصل عليها.

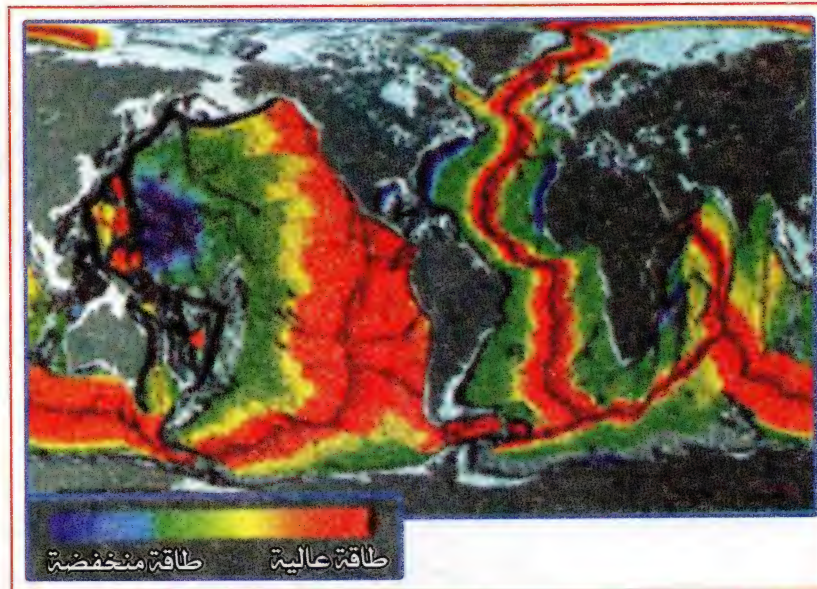
- 1 - باعتمادك على معطيات الوثيقة (2) في الشكل (ب) تعرف على الظاهرة الجيولوجية التي تحدث في وسط المحيط.
- 2 - باعتمادك على معطيات الشكل (2) حدد كيف تتغير أعمار القشرة المحيطية من جهتي الذروة.
- 3 - حدد تاريخ إنفتاح الأطلسي. علل جوابك.
- 4 - فسر كيف يتم إتساع قعر المحيط الأطلسي.





## تقريـن 24

للولصول إلى توازن حراري يعمل كوكبنا الأرضي على استقراره الحراري مع محيطه الخارجي ( البارد) وذلك بفقدان الأرض لحرارتها حيث تقدر درجة حرارة المجموعة الشمسية بـ  $180^{\circ}\text{C}$ .  
تعتبر حركة الصفائح التكتونية نتيجة لعملية فيزيائية تؤدي إلى تبرد الأرض وتسرب طاقتها الناتجة عن البناء والحرارة النووية وذلك للوصول إلى توازن حراري، لتوضيح هذا المفهوم نجري الدراسة التالية:  
أ - بينت التجارب أن حرارة الأرض ترتفع مع الزيادة في العمق حيث يقدر معدلها بـ  $30^{\circ}\text{C}/\text{m}$  كلم تحت القارات (معدل متغير يصل في بعض المناطق إلى  $90^{\circ}\text{C}/\text{m}$  كلم و  $10^{\circ}\text{C}/\text{m}$  كلم في مناطق أخرى).  
تدل البراكين والمياه الساخنة على تسرب مثل هذه الطاقة نحو المجال الخارجي للأرض.  
1 - انطلاقاً من الوثيقة الموالية حدد المناطق التي يكون فيها تسرب الطاقة الداخلية مرتفعاً.  
2 - حدد المناطق التي يكون فيها تسرب الطاقة الداخلية منخفضاً.





**ب -** يتم القياس الجيوحراري الأرضي بواسطة محرار إلكتروني يدخل في الآبار البتروولية، حيث تم التوصل إلى أن حرارة الأرض تزداد مع العمق.

يتم قياس التدفق الحراري (ناقلية الصخور) في المخبر بإجراء تجارب عليها، حيث يكون :  
التدفق الحراري في منطقة معينة = الجيوحراري × الناقلية الحرارية للصخور  
أظهرت الدراسات أن معدل التدفق الحراري = 0,06 واط / م<sup>2</sup> وهو متغير حسب العمق.

1 - حدد المناطق التي يكون فيها التدفق الحراري أكبر من 0,06 واط / م<sup>2</sup>؟

2 - ما هي المناطق التي يكون فيه التدفق الحراري أصغر من 0,06 واط / م<sup>2</sup>؟

**ج -** توجد عدة مصادر للتدفق الحراري الذي قد ينتج بسبب تفكك العناصر الكيميائية المشعة الموجودة في القشرة الأرضية، البرنس والنواة الأرضية.

يبين الجدول التالي مصادر التدفق الحراري الأرضي:

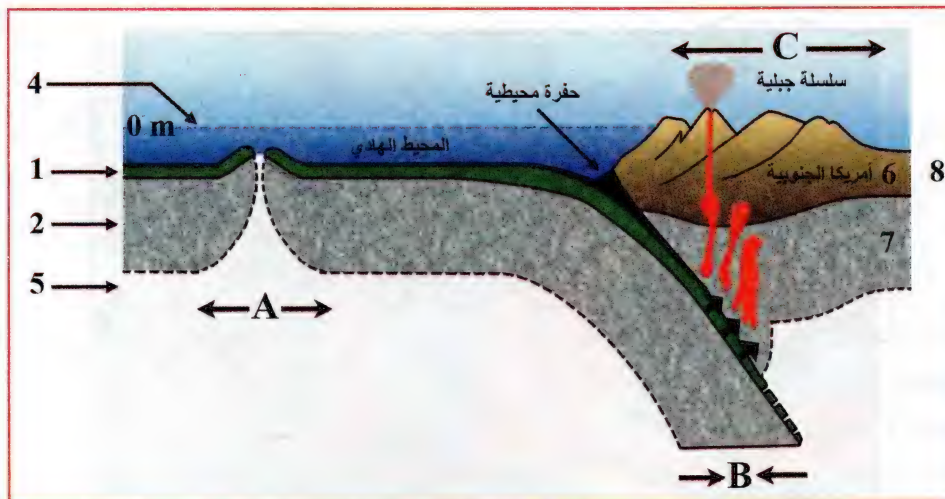
المساحة (كلم <sup>2</sup> )	كمية الحرارة (ميلي واط / م <sup>2</sup> )	الطاقة المنبثقة (واط)
القشرة القارية	1700	$10^9 \times 4.5$
القشرة المحيطية	300	$10^9 \times 4$
البرنس	30	$10^9 \times 920$
النواة	0	$10^9 \times 180$
الطاقة الكلية المنبعثة عن تفكك النظائر المشعة بالواط		$10^{12} \times 36.45$
الطاقة الكلية		

1 - أكمل الجدول.

2 - باستغلال نتائج الجدول، حدد المصادر الأساسية للطاقة الداخلية للأرض.

## تمرين 25

تمثل الوثيقة الموالية رسماً تخطيطياً لمقطع يمر عبر بعض صفائح الكرة الأرضية.



1 - عرف الصفيحة مستعملا المصطلحات التالية:

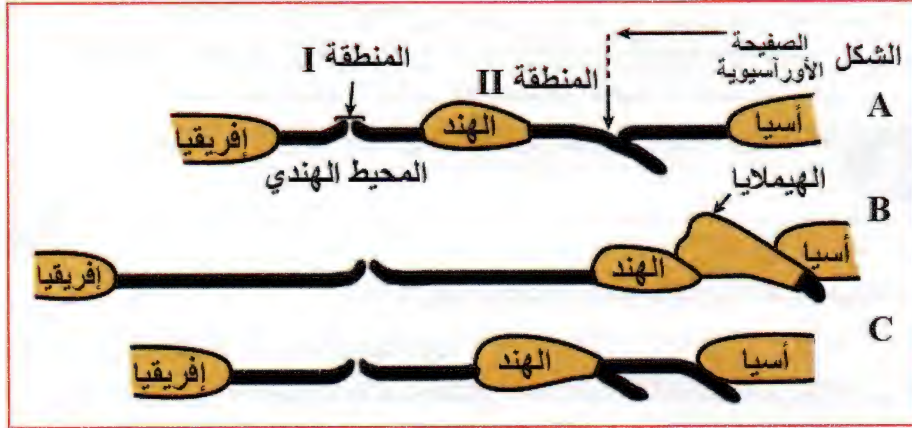
الغلاف الصخري - الذروات المحيطية - الأستينوسفير - الطمر



- 2 — حدد عدد الصفائح المثلثة في الوثيقة.
- 3 — أكتب أسماء العناصر المرقمة بالوثيقة.
- 4 — اعتمادا على معلوماتك، عبر في بضعة أسطر عما يحدث في كل من المستويين A و B.

## تقريين 26

تمثل الوثيقة الموالية رسوما تخطيطية لمقاطع مبسطة بين آسيا وإفريقيا مروراً بالهند توضح مراحل تغير موقع الهند بالنسبة لآسيا وإفريقيا.



- 1 — سم الظاهرة التي تحدث في المنطقة I.
- 2 — سم المنطقة II.
- 3 — أحسب على الوثيقة عدد الصفائح التكتونية المثلثة على الشكل A.
- 4 — رتب هذه الرسوم حسب تسلسلها الزمني مستعملا الحروف A و B و C.
- 5 — فسر التغير الملاحظ في المسافة الفاصلة بين الهند وإفريقيا عبر الأزمنة الجيولوجية.
- 6 — فسر تقارب الصفائح الهندية مع الصفائح الأورآسيوية.
- 7 — استنتج تأثير هاتين الظاهرتين على حجم الكرة الأرضية



## الإجابات

### إجابة التمرين 1

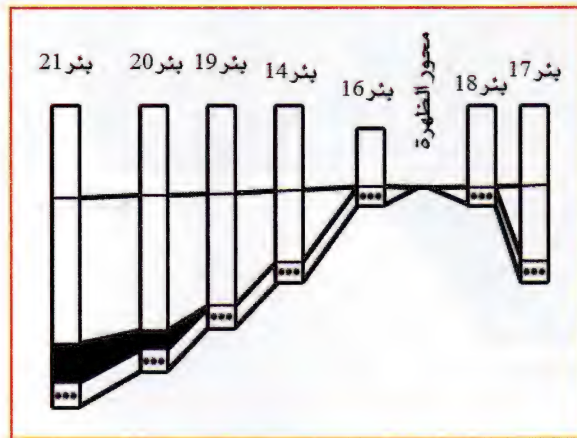
- أ - 1 - كانت القارات في الحقب الأول ملتحمة مع بعضها البعض ككتلة واحدة ثم انفصلت عن بعضها.  
 2 - الفكرة الأساسية لنظرية Wegner أن القارات كانت ملتحمة مع بعضها كقطعة واحدة ثم تجزأت إلى قارات ابتعدت عن بعضها.  
 ب - 1 - وجود تطابق كامل بين الصخور القديمة طبيعياً وعمراً.  
 2 - وجودها في القارتين جهة المحيط الأطلسي دلالة أكيدة أن القارتين كانتا ملتحمتين.  
 3 - التأكيد يأتي من كون هذه المستحاثات لا يمكنها قطع مسافة المحيط الأطلسي سباحة.  
 4 - التأكيد الآخر هو الدليل الخرائطي حيث يوضح تكامل شواطئ غرب إفريقيا مع شواطئ شرق أمريكا الجنوبية.

### إجابة التمرين 2

- أ - الدليل المستحاثي.  
 ب - 1 -  $\alpha$  - للبالزت نفس العمر في التنقيبين المماثلين.  
 $\beta$  - كلما ابتعدنا عن الذروة (الظهرة) المحيطية كلما زاد عمر البالزت بشكل تماثلي من جهتي الظهرة (الذروة).  
 2 - يمتد قعر المحيط الأطلسي نتيجة تدفقات بازلتية مستمرة على مستوى الظهرة (الذروة) المحيطية فتؤدي إلى تباعد القارتين الإفريقية والأمريكية.  
 3 -  $\alpha$  - السرعة هي:  $\frac{10 \times 200}{10^7 \text{ سنة}} = 2 \text{ سم / سنة}$   
 $\beta$  - سرعة تباعد القارتين:  $2 \times 2 = 4 \text{ سم / سنة}$

### إجابة التمرين 3

- 1 - تكون أثار الرسوبات القريبة من الظهرة قليلة السمك وغير كاملة وتكون الرسوبات البعيدة عن الظهرة كبيرة السمك وكاملة.  
 2 - تكون الرسوبات البعيدة عن الظهرة ذات عمر كبير وتكون الرسوبات القريبة من الظهرة ذات عمر صغير.  
 3 - الرسم التخطيطي.



- 4 - الإستنتاج : تدل مختلف الآبار الموزعة على جانبي الظهرة على توسع قاع المحيط مع مرور الزمن.

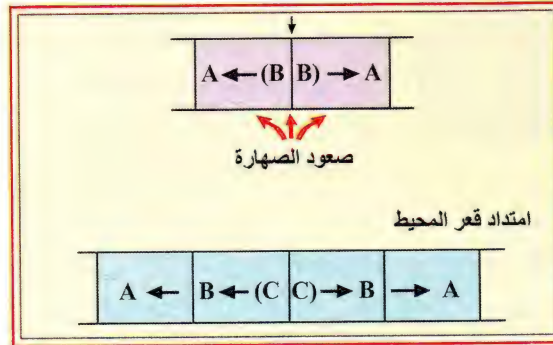


#### 4 إجابة التمرين

- أ - 1 - الصفيحة (اللوحة) : جزء من الغلاف الصخري تطفو فوق الأستينوسفير وهي منطقة شاسعة وهادئة تكون محدودة بمناطق نشيطة إما ذروة أو منطقة طمر.
- 2 - الدليل خرائطي يتمثل في تطابق سواحل غرب إفريقيا مع سواحل شرق أمريكا الجنوبية.
- ب - 1 - البيانات : 1 - غلاف صخري. 2 - رداء علوي. 3 - رداء متوسط (الأستينوسفير).
- 2 - ظاهرة الطمر.
- 3 - ظاهرة الطمر تحدث في الموقع (ب).
- ج - 1 - تحدث ظاهرة معاكسة للطمر هي ظاهرة امتداد واتساع قعر المحيط.
- 2 - إن هاتين الظاهرتين المتعاكستين تؤديان إلى ثبات حجم الكرة الأرضية.

#### 5 إجابة التمرين

- أ - 1 - الترتيب : ج ← ب ← أ ← د
- 2 - النظرية الجيولوجية : الحركة الانتقالية للكتل القارية.
- ب - 1 - نلاحظ أنه في المنحنيين ازدياد المسافة بالنسبة للذروة بمرور الزمن (العلاقة طردية بين الزمن والمسافة)، وهذا يعني أنه كلما ابتعدنا عن الظهرة (الذروة) كلما زاد قعر المحيط.
- 2 - على بعد 30 كلم بالنسبة للظهرة يبلغ عمر قعر :  
- المحيط الأطلسي حوالي 3 ملايين سنة.  
- المحيط الهادي حوالي 700 ألف سنة.
- 3 - نلاحظ على نفس البعد من الظهرة تختلف أعمار قعر المحيطين.  
نستنتج : أن امتداد قعر المحيط الأطلسي والمحيط الهادي لا يتم بنفس السرعة.
- 4 - سرعة امتداد قعر المحيط الأطلسي :  $V = \frac{d}{t} \times 2 = \frac{20 \text{ km}}{2 \times 10^6} \times 2 = 2 \text{ cm/an}$
- سرعة امتداد قعر المحيط الهادي :  $V = \frac{92,5}{2 \times 10^6} \times 2 = 9,5 \text{ cm/an}$
- 5 - نعم نلاحظ من النتائج أن سرعة امتداد قعر المحيط الهادي أكبر من سرعة قعر المحيط الأطلسي.
- 6 - إن ظهرة المحيط الهادي أنشط من ظهرة المحيط الأطلسي.
- التعليل : لأن سرعة امتداد قعر المحيط الهادي أكبر من سرعة امتداد قعر المحيط الأطلسي.
- 7 - المخطط :



#### 6 إجابة التمرين

- 1 - تمثل خسفاً.



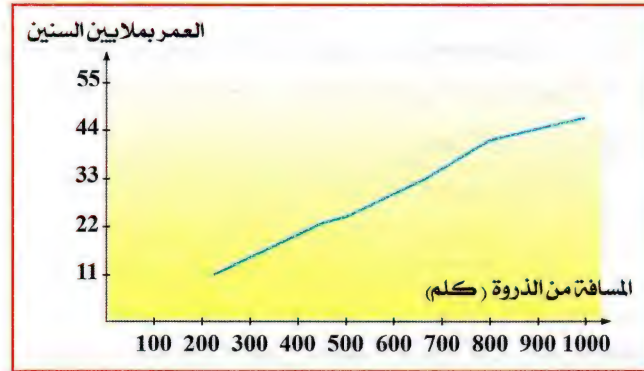
- 2 - كلما ابتعدنا عن محور البراكين النشيطة يزداد عمر البازلت بشكل تماثلي.
- 3 - المسافة بين A و B هي 120 كلم تقريبا في الوقت الحالي.
- المسافة بين A و B في الزمن (0,1 -) مليون سنة حوالي 73,33 كلم.
- 4 - التفسير: - ظهور تشققات على مستوى الحسف بفعل التمدد - ملء هذه التشققات بصعود لافا بازلتية.
- ظهور تشققات جديدة داخل البازلت المشكل وإملائها بلافا بازلتية جديدة يؤدي إلى دفع البازلت القديم على جانبي الحسف.

## 7 إجابة التمرين

- 1 - تتمثل في الحركات التباعدية.
- 2 - 1 - غرونلاند. 2 - سلاسل جبلية تحت بحرية. 3 - قارة أمريكا الجنوبية. 4 - قارة أوروبا.
- 5 - ظهرة وسط محيطية. 6 - فوالق تحويلية. 7 - قارة إفريقيا. 8 - جزيرة بركانية (إسلندا).
- 3 - السلاسل الجبلية تحت بحرية تقسم المحيط إلى نصفين تشكل أحزمة في وسط المحيطات.

## 8 إجابة التمرين

- أ - اسم النظرية : زحزحة القارات.
- ب - تتكون القشرة المحيطية أساسا من البازلت وتختلف عن القشرة القارية بكون القشرة القارية تتكون أساسا من الغرانيت.



2 - سرعة ابتعاد نقطة التنقيب 5 عن الذروة مثلا.  $V = \frac{d}{t} = \frac{800 \times 10^5}{40 \times 10^6} = 2 \text{ cm/an}$

لا تتغير هذه السرعة تقريبا بالنسبة لباقي النقط (التنقيبات)

- سرعة ابتعاد القارتين :  $V = 2 \text{ cm/an}$  :  $V = 2 \times 2 = 4 \text{ cm/an}$

- 3 - يفسر ثبات قطر الكرة الأرضية رغم اتساع القشرة المحيطية على مستوى الذروة بظاهرة الطمر التي يتم على مستواها انزلاق القشرة المحيطية تحت القشرة القارية.

## 9 إجابة التمرين

- أ - 1 - تسمى النظرية التي أسسها العالم Wegner بنظرية زحزحة القارات.
- 2 - من بين البراهين التي اعتمد عليها Wegner هناك :
- الدليل الجيولوجي : تطابق بين الصخور القديمة لإفريقيا وأمريكا الجنوبية.
- الدليل الخرائطي : تطابق الساحلين لكل من غرب إفريقيا وشرق أمريكا الجنوبية .



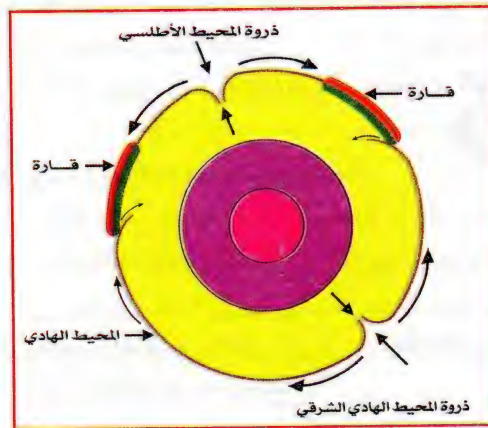
- ب - 1 - تسمى المنطقة X بذروة وسط المحيط.  
 2 - كلما ابتعدنا عن الذروة كلما زاد عمر الرواسب.  
 3 - تبين معطيات الشكل (2) أن الرواسب الحديثة المتشكلة على مستوى الذروة المحيطية تدفع الرواسب القديمة، مما يؤدي إلى اتساع قعر المحيط وبالتالي ابتعاد القارة الإفريقية عن القارة الأمريكية مما يدعم نظرية Wegner.  
 4 - أسماء الوثيقة 3 :  
 1 - قشرة محيطية. 2 - رداء علوي. 3 - قشرة قارية. 4 - بركان انفجاري نشيط.  
 5 - يمكن تفسير عدم تجاوز عمر أقدم الرواسب في قعر المحيط الأطلسي M.A 200 بظاهرة الطمر لأن هذه الرواسب غالباً ما تختفي مع القشرة المحيطية تحت القشرة القارية نتيجة الإنغراز.  
 6 - تنتمي هذه السلاسل الجبلية إلى سلاسل الطمر لأنها ناتجة عن إنغراز صفيحة محيطية أكثر كثافة تحت صفيحة قارية أقل كثافة، مما يؤدي إلى تشكل سلسلة جبلية نتيجة القوى الإنضغاطية.  
 7 - تفسر ثبات حجم الكرة الأرضية بفعل التوازن الحاصل بين ظاهرتي اتساع قعر المحيطات وظاهرة الطمر.

### إجابة التمرين 10

- أ - 1 - الذروة المحيطية. 2 - القشرة المحيطية. 3 - القشرة القارية. 4 - الرداء العلوي.  
 5 - الغلاف الصخري. 6 - الرداء السفلي (استينوسفير).  
 ب - 1 - من تحليل معطيات الجدول يظهر أن:  
 - هناك تماثل في أعمار النقط التي تبعد بنفس المسافة عن الذروة المحيطية.  
 - عمر بازلت قعر المحيط الأطلسي يزداد كلما ابتعدنا عن الذروة.  
 2 - يتم على مستوى الظهرة (الذروة) تدفق بازلتي مستمر ينتج عنه تجديد قعر المحيط الأطلسي واتساعه.  
 3 - ينتج عن تجديد قعر المحيط الأطلسي واتساعه ابتعاد القارتين الإفريقية والأمريكية.

### إجابة التمرين 11

- 1 - كلما ابتعدنا عن الذروة المحيطية كلما زاد عمر الصخور.  
 2 - الظاهرة: أن قعر المحيطات متجدد من جهتي الذروة، وهذا ما يفسر امتدادها.  
 3 - أ - الرسم.



- ب - يظهر الرسم التخطيطي ما يلي:  
 - اتساع قعر المحيطات على مستوى الذروات.  
 - انزلاق القشرة المحيطية لصفحة تحت القشرة القارية لصفحة أخرى على مستوى مناطق الطمر، وينتج عن الطمر: - نشوء سلاسل جبلية. - نشاط بركاني شديد. - زلازل عديدة وعنيفة.



## اجابة التمرين 12

- أ - 1 - احتلت الحدود الغربية لأفريقيا الشمالية الغربية وضعيات مختلفة عبر الزمن الجيولوجي بحيث انتقلت تدريجيا من الغرب نحو الشرق.  
2 - نظرية زحزة القارات.
- ب - 1 -  $\alpha$  - عمر البازلت المتواجد على بعد 100 كم من جهتي الذروة 5 مليون سنة.  
عمر البازلت المتواجد على بعد 200 كم من جهتي الذروة 8 مليون سنة.  
عمر البازلت المتواجد على بعد 300 كم من جهتي الذروة 14 مليون سنة.  
 $\beta$  - عمر البازلت يزداد كلما ابتعدنا عن الذروة وذلك بكيفية متماثلة على جانبي الذروة.
- 2 - يطفح البازلت على مستوى الذروة دافعا البازلت الأقدم منه الذي يدفع بدوره الحدود الإفريقية، وتكرر العملية كلما طفق البازلت من جديد مما يفسر تغيير وضعيات حدود إفريقيا الشمالية الغربية.
- 3 - الرسم :



## اجابة التمرين 13

- أ - 1 - الترتيب: 3 ← 5 ← 1 ← 2 ← 4  
2 - النظرية التكتونية: زحزة القارات.  
3 - الدليل: الدليل الخرائطي.
- ب - 1 - تبين الوثيقة (2) أن عمر القعر البازلتي بالبحر الأحمر يزداد بطريقة متماثلة بالنسبة لذروة وسط المحيط (الظهرة) حيث أن أقدم بازلت (37 مليون سنة) قريب من الساحلين.  
الاستنتاج: نستنتج أن البحر الأحمر يزداد اتساعا بفضل تدفق البازلت على مستوى الظهرة (الذروة) حيث البازلت الجديد يدفع القديم نحو السواحل.
- 2 - بداية انفتاح البحر الأحمر توافق عمر أقدم بازلت وهو 39 مليون سنة تقريبا.

## اجابة التمرين 14

- أ - عام 1912 اقترح فيثنر Wegner نظرية الحركة الانتقالية للكتل القارية وبين أن القاعدتين القاريتين لأمريكا الجنوبية وإفريقيا كانتا قد تباعدتا بعد أن كانتا تشكلان قطعة قارية واحدة.
- ب - 1 - البراهين: - التناسب الهندسي للسواحل الغربية لإفريقيا والسواحل الشرقية لأمريكا.  
- تماثل المستحاثات القديمة (الميزوزور من الحقب الأول).  
- تماثل الكتل والأراضي القديمة.
- 2 - الدليل الآخر: المغناطيسية القديمة.
- ج - 1 - التحليل: تماثل عمر الرواسب على جهتي الظهرة (الذروة) الوسط محيطية.



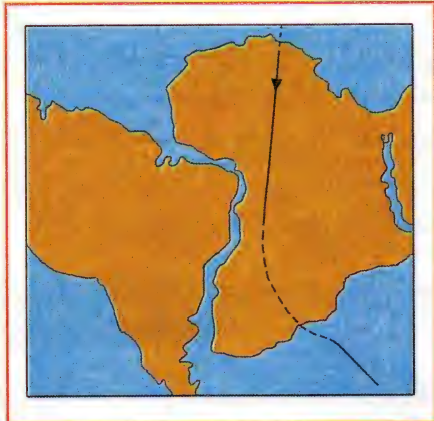
وكلما ابتعدنا عن الظهرة كلما كان عمر الرواسب أقدم.  
التفسير: التدفقات البازلتية المستمرة على مستوى الذروة المحيطية تجدد قعر المحيط وتدفع هذه التدفقات الجديدة الصخور البازلتية القديمة الشيء الذي يوضح أن أحدث الصخور البركانية في أرضية المحيط توجد قرب الظهرة (الذروة) وأقدمها هي الأبعد عنها. يؤدي تجدد قعر المحيط الأطلسي إلى اتساع هذا القعر ومنها تباعد القارتين.

- 2 -  $\alpha$  - يبلغ عمر أقدم الرواسب في قعر المحيط الأطلسي حوالي 190 مليون سنة.  
3 -  $\beta$  - انفتاح المحيط الأطلسي بدأ منذ 190 مليون سنة إنطلاقاً من الشمال.

### 15 إجابة التمرين

- أ - 1 - نلاحظ تناوب الأحزمة البيضاء والسوداء مما يدل على أن الحقل المغناطيسي الأرضي متغير مع الزمن.  
2 - من خلال الاختلالات المغناطيسية يتم تحديد العمر النسبي لقعر المحيط فمنطقة الظهرة هي الأحدث ويزداد عمر اللوح المحيطي بشكل تناظري كلما ابتعدنا عن الظهرة.  
3 - في المناطق البعيدة عن الظهرة تكون المغنطيسية في صخورها معكوسة (الشمال المغناطيسي قريب من الجنوب الجغرافي: مغناطيسية سالبة) ويفسر ذلك بأنه أثناء تبريد هذه الصخور انتظمت معادن المغنيتيت وفق خطوط الحقل المغناطيسي من الشمال إلى الجنوب، ولكن الشمال الذي كان ليس الشمال الحالي مما يدل على أن قعر المحيط تشكل على فترات زمنية مختلفة كانت فيها المغنطيسية عادية (سالبة) وفي البعض الآخر كانت معكوسة وتنظم هذه الاختلالات على جانبي الظهرة بشكل تناظري، حيث يزداد عمر الصخر كلما ابتعدنا عن الظهرة مما يدل على أن قاع المحيط في توسع مستمر.  
ب - 1 - كلما ابتعدنا عن محور الظهرة كلما زاد سمك الرسوبيات.  
2 - كلما ابتعدنا عن محور الظهرة زاد سمك الطبقات الرسوبية وتغيرت المغنطة من جهة وزاد معها عمر الطبقات من جهة أخرى.  
3 - لأنهما تشكلتا حديثاً.  
ج - نستنتج مما سبق أن الأدلة والشواهد على تباعد الصفائح هي:  
أ - تطابق حواف القارات ومماثلها المستحثاتي.  
ب - الاختلالات المغناطيسية.  
ج - تغير سمك التوضعات الرسوبية على طول اللوح المحيطي.  
- إن عمر قاع المحيط يحدد اعتماداً على الاختلالات المغنطيسية أو التوضعات الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي.

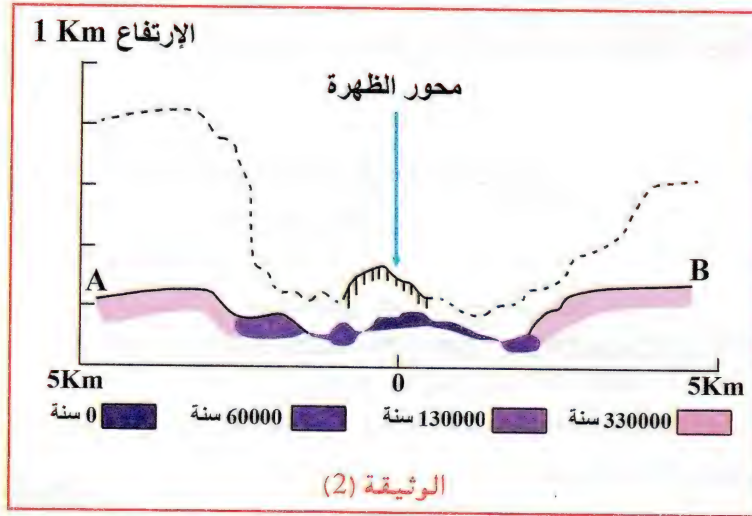
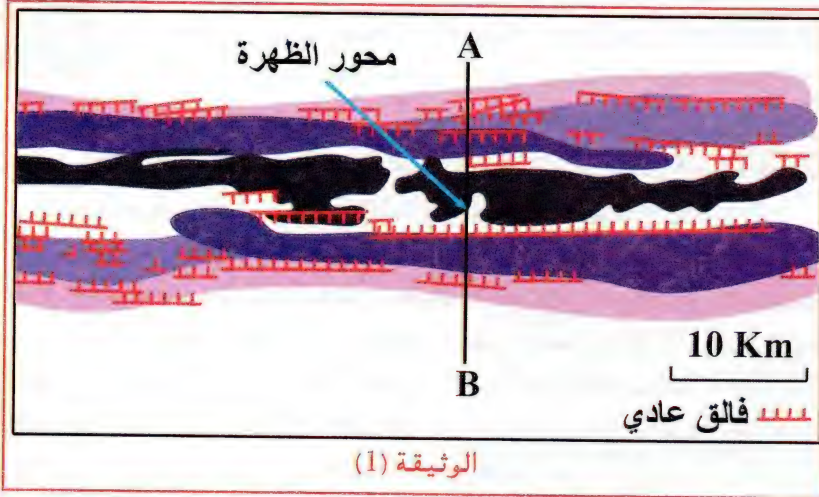
### 16 إجابة التمرين



- 1 - يظهر المنحنى (1) أن القطب المغناطيسي غير ثابت وينتقل عبر الأزمنة الجيولوجية، فمن 400 - مليون سنة إلى 200 - مليون سنة انتقل هذا القطب من اسبانيا إلى القارة القطبية الجنوبية.  
2 - بما أن اتجاه القطب المغناطيسي وحيد وثابت فلا يمكن تصور مسيرين لنفس القطب وخلال نفس المدة، ولتفسير المسيرين للقطب المغناطيسي تبقى حركة القارتين واتباعها مسيرين مختلفين من إحدى الفرضيات القوية.  
فعلا ينتج عن مطابقة المسيرين 1 و 2 تكامل سواحل القارتين جهة المحيط (السواحل الغربية لأفريقيا والشرقية لأمريكا) كما توضحها الوثيقة المقابلة.



- 1 - محور الظهرة ممثل على الخريطة والمقطع.
- 2 - تتوزع الصخور البركانية بالتناظر بالنسبة لمحور الارتفاع حيث يزيد عمرها كلما ابتعدنا عنه.
- 3 - مصدر التراكيب التدريجية المبينة في المقطع A-B هو الفوالق العادية.
- 4 - نلاحظ وجود تشابه بين المنحني AB والمنحني المأخوذ من ظهرة المحيط الأطلسي، الاختلاف الوحيد هو شكل التضاريس حيث تكون تضاريس المحيط الأطلسي كبيرة بالمقارنة مع تضاريس ظهرة «Galápagos» ويعود هذا الاختلاف في العمر.



- 1 - من خلال المنحني الشكل (1) يظهر أن الشذوذ رقم 24 حديث بينما الشذوذ رقم 32 قديم، يوجد هذا الأخير على مستوى الساحل ويدل على بداية امتداد البحر.
- 2 - عمر الشذوذ رقم 24 هو 60 مليون سنة.
- 3 - عمر الشذوذ رقم 32 هو 80 مليون سنة.
- 3 - استغرق انفتاح هذا البحر مدة تقدر بـ 20 مليون سنة.

- I - 1 - أ - ان الشذوذات المغناطيسية المجاورة للذروة حديثة في حين البعيدة عنها قديمة.



نستنتج : - أنه كلما ابتعدنا عن الذروة كلما أزداد عمر الصخور البركانية.  
- على مستوى الذروة المحيطية يتوالى تدفق بازلتي يدفع جانبيا الصخور البازلتية القديمة مبعدا إياها عن الذروة.

ب - نتيجة هذه الظاهرة: اتساع قعر المحيط الأطلسي مؤديا إلى تباعد قارتي افريقيا وأمريكا الجنوبية.  
2 - أ - بالنسبة للشذوذ رقم (5) :

المسافة الفاصلة بين الشذوذين 1 و 5 = 185 كم .d  
فرق العمر (الزمن) بين الشذوذين 1 و 5 = 9 مليون سنة .t

$$V = \frac{d}{t} = \frac{185}{9} = 20,55 \text{ Km/M.A} = 2,05 \text{ cm/an}$$

بالنسبة للشذوذ رقم (6) :

المسافة الفاصلة بين الشذوذين 5 و 6 = 200 كلم .d  
العمر بين الشذوذين 5 و 6 = 12 مليون سنة .t

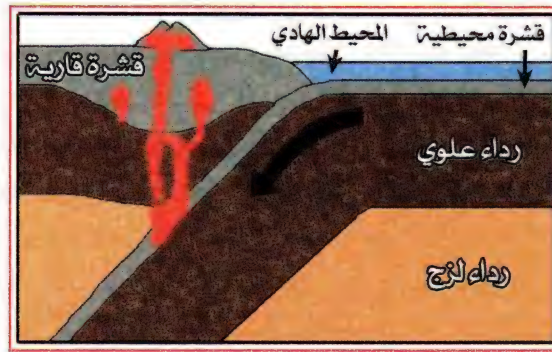
$$V = \frac{d}{t} = \frac{200}{12} = 16,66 \text{ Km/M.A} = 1,67 \text{ cm/an}$$

ب - ان سرعة اتساع قعر جنوب المحيط الاطلسي غير ثابتة وهي تختلف من زمن جيولوجي لآخر.

II - 1 - أ - يزداد عمر البؤر الزلزالية كلما ابتعدنا عن الخندق نحو القارة.

ب - يفسر هذا التوزيع بانزلاق صفيحة المحيط الهادي تحت الصفيحة الاوروبية الآسيوية (الطمر) الذي ينتج عنها تكون سطح بنيوف Bénioff.

ج - الرسم.



2 - إتساع قعر المحيطات والطمر ظاهرتان متكاملتان حيث :

- على مستوى ذروة الوسط محيطية تتكون قشرة محيطية يؤدي إلى إتساع قعر المحيط.

- ينتج عن ظاهرة الطمر اختفاء للقشرة المحيطية ومنها تقارب القارتين.

## 20 إجابة التمرين

F<sub>5</sub>

- 1 - الطبيعة الصخرية للقشرة المحيطية هي البازلت.
- 2 - عمر البازلت في التنقيب F1 أقدم من عمر البازلت في التنقيب F3 لأن أحدث تدفق بازلتي قريب من ذروة وسط المحيط الأطلسي.
- 3 - ان التنقيب F5 يماثل التنقيب F2 بالنسبة لذروة وسط المحيط الأطلسي لذلك F5 يشبه F2 من مكوناته.
- 4 - أ - الظاهرة التي تحدث على مستوى ذروة وسط المحيط : ظاهرة امتداد قعر المحيط.  
ب - على مستوى ذروة وسط المحيط يتم تدفق البازلت القديم ويحل محله مما يؤدي إلى امتداد وتجديد قعر المحيط الأطلسي.
- 5 - تؤدي ظاهرة اتساع قعر المحيط إلى تباعد القارتين الإفريقية والأمريكية.



- أ - 1 -** إن كل تباعد على مستوى الظهيرات يقابله هدم على مستوى مناطق معينة وينتج عنه ظاهرة الغوص التي تنشأ عنها مجموعة من التضاريس ممثلة في الوثيقة (1 - ب) حيث:
- 1 - اللوح القاري، 2 - السلسلة الجبلية المحاذية لمنطقة الغوص، 3 - اللوح المحيطي.
- 2 - المقارنة: يتشكل خندق بحري عندما تغوص القشرة المحيطية تحت القشرة القارية (ظاهرة الغوص).  
الفرضية: تنتج ظاهرة الغوص نتيجة قوى الإنضغاط بين القشرتين
- ب - 1 -** يقع السلفادور بين حافة الصفيحة الأمريكية ولوح كوكوس (منطقة نشطة تكتونية) أي في منطقة تقارب لوحي تكتونيين.
- 2 - يقع السلفادور في منطقة تقارب اللوحين الأمريكي ولوح كوكوس: حيث ينتج عن تقاربهما انزلاق صفيحة كوكوس المحيطية تحت صفيحة أمريكا القارية وينتج عن هذا الغوص زلازل متكررة نتيجة الفوالق التي تحدثها ظاهرة الغوص.
- 3 - الإكوادور تتميز ببراكين انفجارية حيث أن الظواهر البركانية التي تحدث على طول سلسلة جبال الأنديز هي من النوع الانفجاري لأنها ناتجة عن غوص الصفيحة المحيطية للمحيط الهادي تحت الصفيحة القارية الأمريكية وتسمى هذه المنطقة بمنطقة بينيوف Bénioff.
- 4 - حدود الصفائح تتميز بنشاط بركاني مهم.
- ج - 1 -** يدل توزيع المراكز السطحية للزلازل في الخريطة على أحد حدود الصفائح التكتونية.
- 2 - صفيحة كوكوس (نازكا) صفيحة المحيط الهادي.
- 3 - المراكز السطحية للزلازل العميقة تكون داخل القارة.
- 4 - المراكز السطحية للزلازل السطحية تكون قريبة من حدود الصفيحة (في البحر).
- الاستخلاص: كلما ابتعدنا عن حدود الصفيحة كلما زاد عمق بؤر الزلازل.
- 4 - نستنتج أن توزيع البؤر الزلزالية يشكل مستوى يمتد من الحد الفاصل بين اللوح الطائي واللوح الغائص في اتجاه اللوح الطائي.
- د -** تفسير ظاهرة الغوص: أن عدم استقرار منطقة بينيوف مرتبط بعوامل أخرى من طبيعة جيوفيزيائية، جعلت على مستوى الخندق المحيطي أن القشرة المحيطية الثقيلة تنزلق تحت القشرة القارية الخفيفة بسرعة بضعة سنتمترات في السنة، وسميت هذه الحركة الجيوفيزيائية بالغوص، ويؤدي صعود الماغما من أعماق الرداء والإنضغاطات المرتبطة بظاهرة الغوص إلى زيادة سمك القشرة القارية على مستوى سلسلة جبال الأنديز.

- أ - 1 - 1 -** لوح تكتوني محيطي، 2 - ظهرة وسط محيطية (فوالق تحويلية)، 3 - نقطة ساخنة، 4 - منطقة الغوص.
- 2 - أنواع الصفائح التكتونية في المجسم: صفائح تكتونية محيطية وأخرى قارية.
- الطبقة التي ترتكز عليها الصفائح التكتونية: البرنس العلوي الذي يرتكز فوق طبقة الاستينوسفير (رداء مغماتي).
- 3 - طرق خروج الطاقة:
- جزء كبير من الطاقة يخرج على شكل حرارة تتمثل في البراكين، بقع ساخنة ومياه ساخنة.
  - جزء ضئيل يكون على شكل طاقة ميكانيكية تتمثل في الزلازل.
  - 4 - أن الطاقة الداخلية للأرض تزيد بزيادة العمق.
- ب - 1 -** التحليل: • عند عمق عشرات الكيلومترات تكون درجة الحرارة مقاربة لـ 1900 °م.
- عند عمق 2900 كلم تكون درجة الحرارة 3600 °م.



• عند عمق 5150 كلم تكون درجة الحرارة  $5000^{\circ}\text{م}$ .

الاستنتاج: تزداد الحرارة الباطنية للأرض بزيادة العمق.

2 - نستنتج من الوثيقتين 4 و 5: أن التدفق الحراري الأرضي يمكن أن ينتج عن:  
• الزيادة في العمق.

• أو عن تحليل العناصر المشعة الموجودة في كل من القشرة القارية والقشرة المحيطية والبرنس الأرضي.

3 - الطاقة المنبعثة من القشرة الأرضية (قارية + محيطية)  $= 21,3 \times 10^{12}$  واط.

الطاقة المنبعثة من تحليل العناصر المشعة في كل من القشرة الأرضية والبرنس  $= 6,36 \times 10^{12}$  واط.

الاستنتاج: أن التدفق الحراري الناتج عن صخور القشرة الأرضية أكبر بكثير من التدفق الحراري الناتج عن تفكك العناصر المشعة.

4 - التدفق الحراري ينتج عن زيادة درجة الحرارة مع العمق وصعود المواد الساخنة من الأعماق نحو السطح.

## إجابة التمرين 23

أ - 1 - الترتيب: 2 ← 1 ← 4 ← 3

2 - نظرية زحزحة القارات.

3 - الدليل: دليل خرائطي (وجود تكامل بين شاطئ غرب إفريقيا وشاطئ شرق أمريكا الجنوبية).

4 - تشكل بين القارتين المحيط الأطلسي.

ب - 1 - الظاهرة الجيولوجية التي تحدث في وسط المحيط هي: البركانية.

2 - كلما ابتعدنا عن الذروة المحيطية إلا وازداد عمر القشرة المحيطية بملايين السنين بشكل متماثل.

3 - بدأ إنفتاح المحيط الأطلسي منذ 135 مليون سنة.

التعليل: الطبقات التي توجد على حافتي أفريقيا وأمريكا الجنوبية تشكلت منذ 135 مليون سنة.

4 - يتم اتساع قعر المحيط الأطلسي بفعل التدفق البازلتي المستمر على مستوى ظهرة (ذروة) وسط المحيط مما يؤدي إلى دفع البازلت القديم في اتجاه القارتين مما يجعل المحيط الأطلسي يزداد اتساعا.

## إجابة التمرين 24

أ - 1 - انطلاقا من الخريطة ودليلها نستنتج أن الظهيرات وسط محيطية تعتبر مناطق تسرب الطاقة بشكل كبير.

2 - تعتبر مناطق الغوص أماكن تسرب الطاقة بشكل منخفض.

ب - التدفق الحراري = الجيوحراري × ناقلية الحرارة للمصخور.

1 - الأماكن التي يكون فيها التدفق الحراري أكبر من 0,06 واط/م<sup>2</sup> هي الظهيرات وسط محيطية.

2 - الأماكن التي يكون فيها التدفق الحراري أصغر من 0,06 واط/م<sup>2</sup> هي مناطق الغوص.

ج - 1 -

الحجم (كلم <sup>3</sup> )	الطاقة المنبعثة (واط/كلم <sup>3</sup> )	الطاقة المنبعثة (واط)
$10^9 \times 4,5$	1700	$3150 \times 10^9$
$10^9 \times 4$	300	$1200 \times 10^9$
$10^9 \times 920$	30	$21600 \times 10^9$
$10^9 \times 180$	0	0
الطاقة الكلية المنبعثة عن تفكك النظائر المشعة بالواط		$10^{12} \times 36,45$
الطاقة الكلية		$10^{12} \times 62,4$



2 - المصادر الأساسية للتدفق الحراري الأرضي هي القشرة الأرضية والبرنس وتنتج عن التدفق الحراري الناتج عن الصخور والتدفق الحراري الناتج عن تفكك العناصر المشعة التي تدخل في تكوين القشرة والبرنس.

### إجابة التمرين 25

- 1 - الصفيحة جزء من الغلاف الصخري تطفو فوق الأستينوسفير وتكون محدودة إما بمنطقة الطمر أو ذروات محيطية.
- 2 - عدد الصفائح على الوثيقة ثلاثة وهي:
  - جزء من صفيحة المحيط الهادي.
  - صفيحة نازكا.
  - صفيحة أمريكا.
- 3 - أسماء الوثيقة:
  - 1 - القشرة المحيطية.
  - 2 - الرداء العلوي.
  - 3 - الغلاف الصخري المحيطي.
  - 4 - ذروة وسط المحيط.
  - 5 - الرداء المتوسط أو الاستينوسفير.
  - 6 - القشرة القارية.
  - 7 - الرداء المتوسط.
  - 8 - الغلاف الصخري القاري.
- 4 - في مستوى المنطقة A: وهي ذروة وسط المحيط يتم تدفق بازلي مستمر حيث أن البازلت الجديد يدفع البازلت القديم مما يؤدي إلى اتساع قعر المحيط.  
في مستوى المنطقة B: وهي منطقة الطمر، يتم تقارب الصفائح مما يؤدي إلى انغراز الصفيحة المحيطية الأكثر كثافة تحت الصفيحة القارية الأقل كثافة فينشأ عن ذلك زلازل وتشوهات وبركنة انفجارية.

### إجابة التمرين 26

- 1 - الظاهرة : اتساع قعر المحيط.
- 2 - منطقة الطمر.
- 3 - عدد الصفائح التكتونية 3.
- 4 - الترتيب:  $A \leftarrow C \leftarrow B$ .
- 5 - المسافة بين الهند وإفريقيا ناتج عن ظاهرة اتساع قعر المحيط وذلك على مستوى ظهرة وسط المحيط (المنطقة I) حيث أن التدفق البازلي المستمر يؤدي إلى دفع البازلت القديم جانبا مما يجدد قعر المحيط فيتم امتداده.
- 6 - تقارب الصفيحة الهندية من الصفيحة الأوروأسيوية في المنطقة II وهي منطقة الطمر حيث أن الصفيحة الهندية الأكثر كثافة تنغرز تحت الصفيحة الأوروأسيوية الأقل كثافة مما يؤدي إلى الاصطدام فتتشكل جبال الهملايا بفعل القوى الانضغاطية.
- 7 - تأثير ظاهرتي اتساع قعر المحيط والطمر على حجم الكرة الأرضية هو الثبات.



**يحتوي هذا الكتاب (الجزء الثاني) على :**

**200** تمرينا بحلولها الكاملة موزعة كما يلي :

**أولا** - التخصص الوظيفي للبروتينات :

5 - دور البروتينات في الإتصال العصبي. (76 تمرين)

**ثانيا** - تحويل الطاقة. (98 تمرين)

**ثالثا** - التكتونية العامة (الجيولوجيا) (26 تمرين)

**ملاحظة :**

يوجد ضمن التمارين إجابات تمارين الكتاب المدرسي.

تم تصوير هذا الكتاب بواسطة جواد

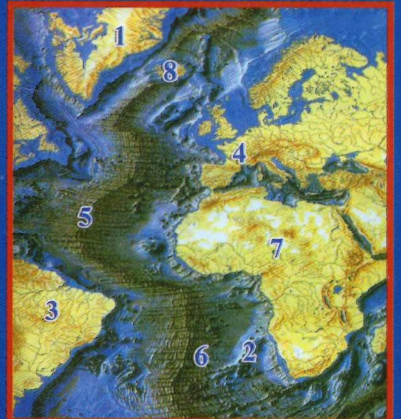
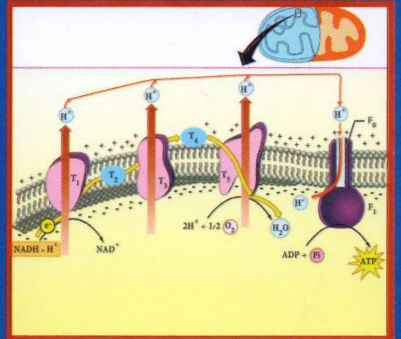
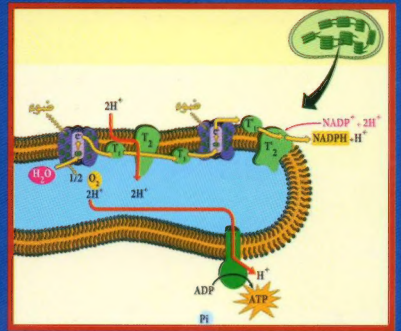
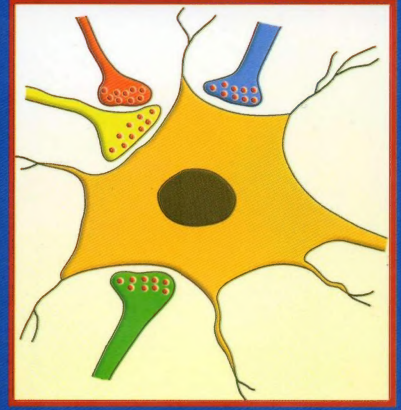
بمساعدة صديقه moo

من منتدى تجربتي [tajribaty.com](http://tajribaty.com)

زوروا هذا الموقع للمزيد من الإستفادة



متدنيات  
**تجربتي**  
بواسطة جواد



تجربتي [tajribaty.com](http://tajribaty.com)